



**TUGAS AKHIR - SM 141501**

**ANALISIS PROSES PELAKSANAAN LELANG PADA  
PEMILIHAN PELAKSANA PROYEK DENGAN METODE  
AHP DAN PROMETHEE  
(STUDI KASUS: PT PJB UP CIRATA)**

**RELITA EGA AULIA  
NRP 1211 100 080**

**Dosen Pembimbing :  
Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si.**

**JURUSAN MATEMATIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL PROJECT - SM 141501**

***AUCTION PROCESS ANALYSIS IN SELECTING  
PROJECT EXECUTOR BY USING AHP AND  
PROMETHEE METHOD  
(CASE STUDY: PT PJB UP CIRATA)***

**RELITA EGA AULIA  
NRP 1211 100 080**

**Supervisor:  
Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si.**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
Faculty of Mathematics and Science  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015**

# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS PROSES PELAKSANAAN LELANG PADA PEMILIHAN PELAKSANA PROYEK DENGAN METODE AHP DAN PROMETHEE (STUDI KASUS: PT PJB UP CIRATA)

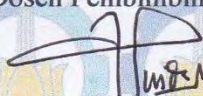
## AUCTION PROCESS ANALYSIS IN SELECTING PROJECT EXECUTOR BY USING AHP AND PROMETHEE METHOD (CASE STUDY: PT PJB UP CIRATA)

### TUGAS AKHIR

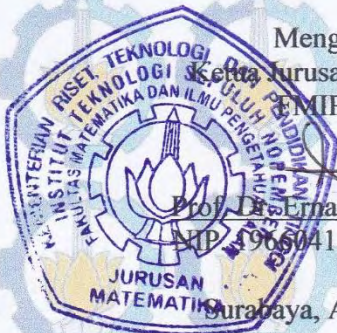
Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Pada bidang studi Matematika Terapan  
Program Studi S-1 Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :  
RELITA EGA AULIA  
NRP. 1211 100 080

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

  
Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si  
NIP. 19720715 199802 2 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Matematika  
FEMIPA ITS  
  
Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si  
NIP. 19650414 199102 2 001



Surabaya, Agustus 2015

**ANALISIS PROSES PELAKSANAAN LELANG PADA  
PEMILIHAN PELAKSANA PROYEK DENGAN METODE  
AHP DAN PROMETHEE  
(STUDI KASUS: PT PJB UP CIRATA)**

**Nama Mahasiswa : Relita Ega Aulia**  
**NRP : 1211100080**  
**Jurusan : Matematika**  
**Dosen Pembimbing : Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si**

**Abstrak**

Kegiatan pemilihan pelaksana proyek merupakan bagian yang selalu dilakukan dan bersifat kritis dalam keseluruhan proses pelelangan. Sesuai Peraturan Presiden RI Nomor 54 Tahun 2010, terdapat tiga metode yang dapat digunakan dalam mengevaluasi pelelangan proyek pemerintah, yaitu sistem gugur, sistem nilai (*Merit Point System*), dan sistem penilaian biaya selama umur ekonomis. Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek dengan mengombinasikan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan PROMETHEE. Metode AHP diaplikasikan dalam proses pembobotan kriteria pada aspek-aspek yang tergolong dalam kategori evaluasi dengan menggunakan *Merit Point System*. Proses AHP dilakukan untuk mengetahui tingkat kepentingan masing-masing kriteria dalam suatu penilaian. Sedangkan metode PROMETHEE berperan dalam proses perankingan sehingga didapatkan pelaksana proyek. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kriteria dengan bobot tertinggi ditempati oleh Teknologi *Inverter* dan di posisi kedua adalah Teknologi Modul Surya. Teknologi *Inverter* sangat memiliki peranan penting dan berpengaruh besar terhadap keberhasilan

pembangunan proyek. Selanjutnya melalui Metode PROMETHEE, PT T terpilih sebagai pelaksana proyek terbaik. Artinya, pemenuhan kriteria oleh PT T khususnya terhadap Teknologi *Inverter* dan Teknologi Modul Surya tinggi.

**Kata Kunci: Pemilihan Pelaksana Proyek, AHP, PROMETHEE**

**AUCTION PROCESS ANALYSIS IN SELECTING PROJECT  
EXECUTOR BY USING AHP AND PROMETHEE METHOD  
(CASE STUDY: PT PJB UP CIRATA)**

**Name** : Relita Ega Aulia  
**NRP** : 1211100080  
**Department** : Mathematics  
**Supervisor** : Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si

***Abstract***

*Project executor selection is a critical part in procurement of goods. According to Peraturan Presiden RI Nomor 54 Tahun 2010, there are three methods that can be used for auction evaluation of government's project, such as knockout system, merit point system, and economic life cycle cost. In this final project, the writer analyzes the auction process in selecting project executor by combining Analytic Hierarchy Process (AHP) and PROMETHEE method. AHP is used in weighting process which is classified as evaluation process that uses merit point system for knowing the criterion importance rate. While PROMETHEE plays role in ranking process to get the possible project executor. The results of this research are the most important criteria is Inverter Technology and in the second position is Solar Module Technology. Inverter Technology has important role and massive influence to successive project building. While by using PROMETHEE Method, PT T is selected as the best project executor. It means that PT T has high fulfillment of criterion, especially in Inverter Technology and Solar Module Technology.*

***Keyword: Project Executor Selection, AHP, PROMETHEE***

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, ridho, dan petunjuk-Nya, penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

**“ANALISIS PROSES PELAKSANAAN LELANG  
PADA PEMILIHAN PELAKSANA PROYEK DENGAN  
METODE AHP DAN PROMETHEE  
(STUDI KASUS: PT PJB UP CIRATA)”**

sebagai syarat kelulusan dalam menempuh program S-1 Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya.

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini, bantuan dan dukungan datang dari berbagai pihak. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA-ITS.
2. Bapak Drs. Chairul Imron, MI.Komp selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Matematika FMIPA-ITS.
3. Ibu Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas segala bimbingan dan motivasi yang telah diberikan.
4. Ibu Dr. Dwi Ratna S, S.Si, MT, Bapak Muhammad Syifa'ul Mufid, S.Si, M.Si, Drs. Sentot Didik S, M.Si, dan Drs. Soetrisno, MI.Komp, selaku Dosen Peguji.
5. Bapak Drs. Sadjidon, M.Si selaku Dosen Wali.
6. Bapak Dimas Kaharudin, S.Kom selaku Pembimbing dari PT PJB.

Penulis menyadari bahwa selama masa penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Agustus 2015

Penulis



*Special thanks go to:*

*My Mom* (Mrs. Ike Damayanti),

*My Dad* (Mr. Mulyono),

*My Brother* (Renditya Aden Fadlilah),

*My Big Family,*

*My Best Friends,*

Menara11,

*and My Best Partner* Sevia Bayu Yudha.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii

### **BAB I. PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Istilah-istilah dalam Pelelangan.....	7
2.2 Studi Penelitian Sebelumnya.....	9
2.3 <i>Multi-Criteria Decision Making</i> (MCDM).....	10
2.4 <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).....	10
2.4.1 Pengertian AHP.....	10
2.4.2 Tahapan Perhitungan dengan Metode AHP.....	11
2.5 <i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i> (PROMETHEE).....	17
2.5.1 Pengertian PROMETHEE.....	17
2.5.2 Tahapan Perhitungan dengan Metode PROMETHEE...17	

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

3.1 Tahap Pendahuluan.....	23
3.1.1 Identifikasi Masalah.....	23
3.1.2 Penentuan Tujuan Penelitian.....	23
3.1.3 Studi Literatur.....	24

3.1.4 Studi Lapangan.....	24
3.2 Tahap Pengumpulan Data.....	24
a. Data Primer.....	24
b. Data Sekunder.....	25
3.3 Tahap Pengolahan Data.....	25
3.3.1 Penentuan Kriteria dan Alternatif.....	25
3.3.2 Pembentukan Struktur Hierarki.....	25
3.3.3 Penyusunan dan Penyebaran Kuesioner.....	25
3.3.4 Pengolahan Data dengan Metode AHP.....	25
3.3.5 Pengolahan Data dengan Metode PROMETHEE.....	26
3.3.6 Implementasi Metode Pengolahan Data.....	26
3.4 Tahap Analisis Hasil.....	26
3.5 Tahap Penarikan Simpulan dan Saran.....	26
3.6 Tahap Penyusunan Laporan Tugas Akhir.....	27
<b>BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Penelitian.....	31
4.2 Proses Pelaksanaan Lelang.....	33
- Perhitungan Metode AHP.....	35
- Perhitungan Metode PROMETHEE.....	43
4.3 Implementasi Metode AHP dan PROMETHEE dengan Matlab.....	65
<b>BAB V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>77</b>
- Form 1 Penilaian (Hubungan Tingkat Kepentingan Antar Kriteria).....	77
- Form 2 Penilaian (Nilai Alternatif pada Setiap Kriteria).....	88
- Rekapitulasi Hasil Penilaian Form 1.....	91
- Rekapitulasi Hasil Penilaian Form 2.....	141
- <i>Listing Program</i> .....	145

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Struktur Hierarki.....12
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian.....28
Gambar 3.2	Diagram Alir Metode Penelitian (Lanjutan).....29
Gambar 4.1	Struktur Hierarki Pelaksana Proyek.....36
Gambar 4.2	Urutan Alternatif Berdasarkan PROMETHEE I.....64
Gambar 4.3	Urutan Alternatif Berdasarkan PROMETHEE II.....65
Gambar 4.4	Hasil <i>Running</i> Proses Awal AHP.....66
Gambar 4.5	Matriks Perbandingan Berpasangan [A].....67
Gambar 4.6	Hasil Perhitungan <i>Geometric Mean</i> Kolom ke-1 hingga ke-5.....67
Gambar 4.7	Hasil Perhitungan <i>Geometric Mean</i> Kolom ke-6 hingga ke-10.....68
Gambar 4.8	Hasil Perhitungan <i>Geometric Mean</i> Kolom ke-11 hingga ke-14.....68
Gambar 4.9	Matriks Normalisasi Kolom ke-1 hingga ke-5.....69
Gambar 4.10	Matriks Normalisasi Kolom ke-6 hingga ke-10.....69
Gambar 4.11	Matriks Normalisasi Kolom ke-11 hingga ke-14.....70
Gambar 4.12	Nilai <i>Lambda Max</i> , <i>Consistency Index (CI)</i> , dan <i>Consistency Ratio (CR)</i> .....70
Gambar 4.13	Bobot Kepentingan Masing-masing Kriteria.....71
Gambar 4.14	Hasil <i>Running</i> Inputan PROMETHEE.....71
Gambar 4.15	Nilai <i>Leaving Flow</i> dan <i>Entering Flow</i> .....72
Gambar 4.16	Peringkat Alternatif PROMETHEE II.....72

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala Perbandingan Berpasangan.....	13
Tabel 2.2	Nilai <i>Index Random</i> (IR).....	16
Tabel 4.1	Data Kriteria.....	31
Tabel 4.2	Data Alternatif.....	33
Tabel 4.3	Bobot Kepentingan antar Kriteria.....	42
Tabel 4.4	Skala Penilaian Kriteria pada Alternatif.....	43
Tabel 4.5	Hasil Penilaian Alternatif terhadap Kriteria.....	44
Tabel 4.6	Harga Penawaran pada Tiap Alternatif.....	47
Tabel 4.7	Nilai $ d $ pada Kriteria Harga Penawaran.....	47
Tabel 4.8	Tipe Penilaian, Tipe Preferensi, dan Parameter Masing-masing Kriteria.....	49
Tabel 4.9	Perbandingan PT A dan PT I.....	50
Tabel 4.10	Nilai Preferensi PT A terhadap PT I.....	50
Tabel 4.11	Perbandingan PT A dan PT In.....	51
Tabel 4.12	Nilai Preferensi PT A terhadap PT In.....	51
Tabel 4.13	Perbandingan PT A dan PT P.....	52
Tabel 4.14	Nilai Preferensi PT A terhadap PT P.....	53
Tabel 4.15	Perbandingan PT A dan PT T.....	53
Tabel 4.16	Nilai Preferensi PT A terhadap PT T.....	54
Tabel 4.17	Perbandingan PT I dan PT In.....	54
Tabel 4.18	Nilai Preferensi PT I terhadap PT In.....	55
Tabel 4.19	Perbandingan PT I dan PT P.....	56
Tabel 4.20	Nilai Preferensi PT I terhadap PT P.....	56
Tabel 4.21	Perbandingan PT I dan PT T.....	57
Tabel 4.22	Nilai Preferensi PT I terhadap PT T.....	57
Tabel 4.23	Perbandingan PT In dan PT P.....	58
Tabel 4.24	Nilai Preferensi PT In terhadap PT P.....	59
Tabel 4.25	Perbandingan PT In dan PT T.....	59
Tabel 4.26	Nilai Preferensi PT In terhadap PT T.....	60
Tabel 4.27	Perbandingan PT P dan PT T.....	60

Tabel 4.28	Nilai Preferensi PT P terhadap PT T.....	61
Tabel 4.29	Nilai Preferensi Alternatif.....	62
Tabel 4.30	Urutan Prioritas Alternatif Berdasarkan PROMETHEE I.....	63
Tabel 4.31	Urutan Prioritas Alternatif Berdasarkan PROMETHEE II.....	65

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam menghadapi berkembangnya teknologi baru, khususnya di bidang pembangkitan dan *Green Energy*, PT PJB UP Cirata melakukan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on Grid 1 MW. Proyek tersebut digunakan sebagai tempat riset, pusat pembelajaran tata kelola *Operation and Maintenance*. Sesuai dengan SK Pengadaan PT PJB, pengadaan barang/jasa lainnya, jasa konsultasi, dan pekerjaan konstruksi yang bernilai diatas Rp10 Milyar, harus dilakukan sistem pelelangan atau seleksi umum [1]. Pada Peraturan Presiden RI Nomor 54 Tahun 2010, terdapat tiga metode yang dapat digunakan dalam mengevaluasi pelelangan proyek pemerintah, yaitu sistem gugur, sistem nilai (*Merit Point System*), dan sistem penilaian biaya selama umur ekonomis [2].

Kegiatan pemilihan pelaksana proyek merupakan bagian yang selalu dilakukan dan bersifat kritis dalam keseluruhan proses pelelangan. Berbagai kriteria turut dipertimbangkan di dalamnya. Proses pelelangan dilakukan dengan menerapkan prinsip efisien, efektif, terbuka dan kompetitif, transparan, adil dan wajar, akuntabel, serta kehati-hatian (azas prudensial) [1]. Untuk mendukung [1] dan [2], maka dibutuhkan suatu sistem pendukung keputusan sebagai alat bantu. *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) merupakan suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. AHP (*Analytic Hierarchy Process*) dan PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) merupakan metode dalam pendekatan



MCDM yang dapat digunakan dalam permasalahan ini. Metode AHP memberikan penilaian kepentingan relatif dari setiap kriteria dan menetapkan preferensi untuk setiap alternatif keputusan menggunakan masing-masing kriteria tanpa adanya dependensi antar kriteria. Metode PROMETHEE sangat bermanfaat untuk menyelesaikan persoalan yang kompleks, khususnya yang melibatkan multikriteria serta berhubungan dengan berbagai macam persepsi dan penilaian manusia, yang mana keputusannya berdampak untuk jangka panjang [3].

Sesuai dengan Rencana Kerja dan Syarat-syarat Pengadaan studi kasus ini digunakan dua metode penilaian, yaitu sistem gugur dan sistem nilai (*Merit Point System*) [4]. Sistem gugur diterapkan pada aspek administrasi meliputi pemeriksaan kelengkapan dan validasi dokumen tanpa adanya pembobotan. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek yang menggabungkan Metode AHP dan PROMETHEE, dengan mengevaluasi kriteria pada aspek-aspek yang tergolong dalam kategori evaluasi dengan menggunakan *Merit Point System*. Aspek tersebut meliputi aspek teknik dan pengalaman; serta aspek harga, yang dibobotkan melalui Metode AHP. Penilaian dilakukan oleh para ahli melalui kuesioner. Kemudian data hasil dari AHP tersebut diolah dengan Metode PROMETHEE. Metode ini berperan dalam proses perankingan alternatif sehingga didapatkan alternatif terbaik sebagai pelaksana proyek.

Kelebihan dari Metode AHP adalah adanya kemungkinan untuk menghitung kompatibilitas atau ketidakcocokan keputusan para *Decision Maker* [5]. Sedangkan kelebihan Metode PROMETHEE yaitu mampu mengolah data yang bersifat kualitatif dan kuantitatif sekaligus. PROMETHEE membutuhkan data berupa bobot kepentingan relatif kriteria dalam proses pengolahannya [3]. Bobot tersebut dapat diperoleh dari Metode AHP. Dengan menggabungkan kedua metode tersebut mampu melengkapi kelebihan dan kekurangan masing-masing metode.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah melakukan analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on grid 1 MW yang dilaksanakan oleh PT PJB UP Cirata dengan menggunakan kombinasi metode AHP dan PROMETHEE.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, diberi batasan masalah sebagai berikut:

- a. *Multiple Criteria Decision Making* yang digunakan adalah kombinasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE).
- b. Data sekunder yang digunakan adalah Rencana Kerja dan Syarat-syarat; dan *Term of Reference* Pengadaan Pembangunan PLTS 1 MW, yang diperoleh dari PT Pembangkitan Jawa-Bali Kantor Pusat Surabaya.
- c. Data primer yang digunakan pada metode *Multi Criteria Decision Making* berupa kuesioner yang diisi oleh 5 ahli (*experts*).
- d. Terdapat 14 kriteria yang tergolong dalam *Merit Point System* yaitu, *performance ratio* dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1 MW, teknologi modul surya, teknologi inverter, desain dan teknologi elektrik 1 MW, desain dan teknologi *control/monitoring* 1 MW, desain dan teknologi *remote data center*, metode pelaksanaan proyek, strategi pengelolaan PLTS, prosedur disposal, *PV modules manufacturing experiences*, *PLTS EPC experiences*, *PLTS O&M experiences*, *PLTS remote data center implementation experiences*, serta harga penawaran.
- e. Alternatif yang digunakan dalam studi kasus ini yaitu 5 peserta lelang yang terdiri dari PT A, PT I, PT In, PT P, dan PT T.

- f. Implementasi metode AHP dan PROMETHEE menggunakan *software* Matlab.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah menyajikan hasil analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on grid 1 MW yang dilaksanakan oleh PT PJB UP Cirata.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari usulan Tugas Akhir ini adalah:

- a. Memberikan kontribusi pada ilmu pengetahuan dan penelitian, khususnya di bidang Matematika mengenai aplikasi kombinasi metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan PROMETHEE.
- b. Memberikan alternatif kepada PT PJB mengenai proses evaluasi pemilihan pelaksana proyek pada poin Sistem Nilai (*Merit Point System*).

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Tugas Akhir ini secara keseluruhan terdiri dari lima bab dan lampiran. Secara garis besar masing-masing bab membahas hal-hal sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan mengenai materi-materi yang berkaitan dengan proses pelelangan, metode AHP dan PROMETHEE beserta langkah-langkahnya dalam proses pengambilan keputusan multikriteria. Materi-materi

tersebut digunakan sebagai acuan dalam mengerjakan Tugas Akhir.

### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan mengenai metode dan langkah-langkah dalam proses penyelesaian masalah untuk mencapai tujuan Tugas Akhir.

### BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai proses pengolahan data, dimulai dari pembobotan dengan metode AHP yang kemudian hasil pembobotannya ditindaklanjuti dengan metode PROMETHEE. Sehingga didapatkan pelaksana proyek terbaik beserta analisisnya.

### BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan mengenai hasil dari analisis data dan pembahasan yang dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya terkait hasil dari Tugas Akhir ini.

### LAMPIRAN

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas teori-teori terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir, yakni meliputi istilah-istilah dalam pelelangan, MCDM, serta Metode AHP dan PROMETHEE, beserta tahapan-tahapannya.

#### **2.1 Istilah-istilah dalam Pelelangan**

Berikut adalah istilah-istilah yang terdapat dalam pelelangan[1]:

##### **a. Pengadaan Barang/Jasa**

Pengadaan barang/jasa adalah kegiatan pemenuhan kebutuhan barang dan atau jasa yang dibiayai dengan anggaran perusahaan, yang prosesnya dimulai dari perencanaan kebutuhan sampai diselesaikannya seluruh kegiatan untuk memperoleh barang/jasa.

##### **b. Pelelangan Umum**

Pelelangan umum adalah metode pemilihan Penyedia Barang/Pekerjaan Konstruksi/Jasa Lainnya yang memenuhi syarat dan dilakukan secara terbuka untuk umum dengan mengumumkan secara luas melalui media elektronik termasuk web Perusahaan, Portal PT PLN (Persero) dan papan pengumuman resmi Perusahaan untuk umum.

##### **c. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)**

Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) merupakan dokumen pengadaan yang disiapkan oleh Pelaksana Pengadaan sebagai pedoman dalam proses pembuatan dan penyampaian penawaran oleh Peserta Pengadaan serta pedoman proses pengadaan dan evaluasi penawaran oleh Pelaksana Pengadaan.

##### **d. *Term of Reference* (TOR) atau Kerangka Acuan Kerja (KAK)**

Dalam TOR memuat beberapa hal terkait pengadaan. Hal-hal tersebut meliputi gambaran mengenai latar belakang pekerjaan,

tujuan, ruang lingkup pekerjaan, metodologi, input yang diperlukan dan jumlah serta kualifikasi tenaga ahli yang harus disediakan.

#### **e. Sistem Gugur**

Sistem gugur merupakan evaluasi penilaian penawaran dengan cara memeriksa dan membandingkan dokumen penawaran terhadap pemenuhan persyaratan yang telah ditetapkan dalam dokumen pengadaan dengan urutan proses evaluasi dimulai dari penilaian persyaratan administrasi, persyaratan teknis dan kewajaran harga.

Sistem ini menggunakan pendekatan/metode kualitatif, yang melakukan pemeriksaan kelengkapan dan penelitian kebenaran substansi isi dokumen penawaran serta mengambil kesimpulan apakah dokumen penawaran yang diajukan memenuhi persyaratan atau tidak terhadap dokumen pengadaan.

Evaluasi data administrasi menggunakan sistem gugur yang dilakukan oleh pelaksana pengadaan dengan menghasilkan dua kesimpulan, yaitu:

- memenuhi syarat administrasi (lulus); atau
- tidak memenuhi syarat administrasi (tidak lulus/gugur).

Untuk pascakualifikasi apabila data tidak lengkap dinyatakan gugur. Sedangkan untuk prakualifikasi, apabila data tidak lengkap masih dapat dilengkapi sampai dengan batas waktu yang ditentukan Pelaksana Pengadaan selambat-lambatnya sampai dengan tanggal pemasukan prakualifikasi.

#### **f. Sistem Nilai (*Merit Point System*)**

Sistem nilai merupakan evaluasi penilaian penawaran dengan cara memberikan nilai angka tertentu pada setiap unsur yang dinilai, berdasarkan kriteria dan bobot yang telah ditetapkan dalam dokumen pengadaan, kemudian membandingkan jumlah perolehan nilai dari para peserta. Evaluasi penawaran sistem nilai digunakan untuk pengadaan kompleks yang memperhitungkan keunggulan teknis sepadan dengan harganya mengingat penawaran harga sangat dipengaruhi kualitas teknis.

Sistem nilai menggunakan pendekatan atau metode kuantitatif, yaitu dengan memberikan nilai angka terhadap unsur-unsur teknis dan harga yang dinilai sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dalam Dokumen Pengadaan.

#### **g. Harga Perkiraan Sendiri (HPS)**

Harga Perkiraan Sendiri (HPS) adalah harga yang dikalkulasikan secara keahlian yang digunakan sebagai acuan oleh Pejabat Pengadaan/Pelaksana Pengadaan sebelum melakukan Pengadaan Barang/Jasa. HPS tidak mutlak harus sama, lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dengan harga kejadian.

### **2.2 Studi Penelitian Sebelumnya**

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh S. Pushparani dan Dr. S. Senthamilkumar di tahun 2014 dengan topik Pemilihan Kontraktor Menggunakan MCDM. MCDM yang diaplikasikan dalam pemilihan kontraktor adalah Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Pada penelitian ini digunakan enam kriteria dan enam alternatif. Kriteria-kriteria tersebut meliputi: pengalaman, stabilitas finansial, kualitas *performance*, Sumber Daya Manusia (SDM), *equipment resources*, dan beban kerja saat ini. Sedangkan untuk alternatifnya adalah Kontraktor A, B, C, D, E, dan F. Pengolahan data dilakukan terhadap data yang bersifat kualitatif saja. Data yang digunakan berasal dari penilaian oleh para pengambil keputusan. Hasil dari penelitian ini yaitu Kontraktor A berada pada peringkat pertama. Sedangkan di dalamnya tidak dijelaskan kriteria mana yang memiliki dominansi untuk memengaruhi pemilihan [6].

Penelitian kedua dilakukan oleh Vahid Balali, Banafsheh Zahraie, dan Abbas Roozbahani pada tahun 2014 mengenai Perbandingan Metode AHP dan PROMETHEE dalam Pemilihan Sistem Kontruksi Bangunan. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa hasil pengolahan data dengan PROMETHEE II lebih dipilih untuk menentukan keputusan. Pemilihan ini dikarenakan hasil yang disajikan konsisten, mudah dipahami, dan membutuhkan informasi



yang lebih sedikit dibandingkan dengan proses perhitungan menggunakan Metode AHP [5].

## **2.3 *Multi-Criteria Decision Making (MCDM)***

*Multi-Criteria Decision making* (MCDM) merupakan metode yang memungkinkan untuk membuat suatu keputusan dari berbagai macam kriteria. MCDM berperan penting dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks di berbagai bidang, misalnya dalam investasi, evaluasi proyek, penilaian karyawan, dan lain sebagainya.

Sejauh ini banyak teknik atau metode yang sudah digunakan dalam pengambilan keputusan permasalahan multikriteria. MCDM merupakan studi mengenai identifikasi dan pemilihan alternatif berdasarkan nilai dan preferensi pihak pengambil keputusan. Membuat atau mengambil suatu keputusan artinya adalah bahwa dalam suatu permasalahan terdapat beberapa pilihan alternatif dan memilih satu terbaik yang sesuai dengan tujuan (*goal*), penilaian objektif, kehendak, nilai, dan lain sebagainya. Salah satu metode yang populer dalam MCDM adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP) [3].

## **2.4 *Analytic Hierarchy Process (AHP)***

### **2.4.1 *Pengertian AHP***

Salah satu metode yang digunakan dalam pemilihan pelaksana proyek adalah AHP. Metode ini dikembangkan oleh Dr. Thomas L. Saaty tahun 1980 sebagai alat bantu dalam menyelesaikan permasalahan teknik dan manajemen. Metode ini dirancang untuk merefleksikan cara berpikir manusia, sehingga banyak digunakan. AHP secara efisien dapat mengombinasikan persepsi objektif dan subjektif sekaligus, khususnya penilaian subjektif individu yang mana merupakan bagian penting dari proses pengambilan keputusan. Metode AHP sangat sesuai pada bidang atau permasalahan dimana terdapat intuisi, rasionalitas, dan irasionalitas yang berhubungan dengan risiko dan ketidakpastian.

Permasalahan dapat mencakup permasalahan sosial, politik, ekonomi, dan lain sebagainya [7].

AHP dapat meningkatkan interaksi dan keterlibatan individu dalam proses pengambilan keputusan. Persyaratan adanya perbandingan berpasangan dalam AHP dianggap sebagai keuntungan, karena dengan itu pihak pengambil keputusan dapat mengetahui nilai konsistensi dan menganalisis bobot faktor atau kriteria yang terdapat dalam permasalahan. Keuntungan lain dari AHP adalah kemampuannya dalam mengukur kualitas dan kuantitas indikator dengan mempertimbangkan kesubjektifan individu berdasarkan pengalaman dan informasi yang obyektif. Metode ini secara sistematis mampu menyelesaikan permasalahan yang kompleks dengan mendekomposisi permasalahan dan mengklasifikasikannya dalam suatu struktur hierarki (Gambar 2.1). AHP mempertimbangkan pendapat ahli dan pengambil keputusan. Kelebihan dari metode AHP adalah adanya kemungkinan untuk menghitung kompatibilitas atau ketidakcocokan keputusan oleh para pengambil keputusan [5].

#### **2.4.2 Tahapan Perhitungan dengan Metode AHP**

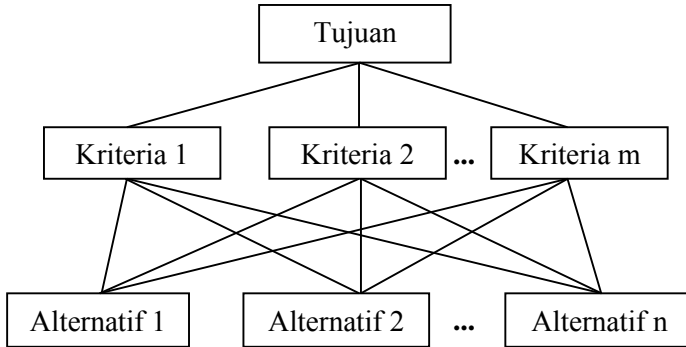
Perhitungan dengan Metode AHP dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut [5, 8]:

##### **1. Mendefinisikan permasalahan dan menentukan tujuan**

Mendefinisikan permasalahan pengambilan keputusan yang kompleks serta menentukan *goal* atau tujuan yang ingin dicapai.

##### **2. Membentuk struktur hierarki**

Mendekomposisi suatu permasalahan kedalam struktur hierarki. Ini adalah bagian terpenting dalam proses AHP. Struktur hierarki terdiri dari tiga tingkat. Pada tingkat atau posisi teratas merupakan tujuan (*goal*) secara keseluruhan. Posisi tengah berisikan kriteria dan sub-kriteria yang menunjang. Dan terakhir pada tingkat terendah atau posisi terbawah terdiri atas alternatif yang terdapat dalam permasalahan.



**Gambar 2.1** Struktur Hierarki

### 3. Menentukan prioritas

Pada tahap ini, prioritas ditentukan berdasarkan pandangan dan pendapat para ahli yang berkepentingan terhadap keputusan.

- a. Membuat matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)

AHP menganalisis prioritas elemen dengan metode perbandingan berpasangan antar dua elemen dengan menggunakan sembilan skala perbandingan berpasangan L. Saaty pada Tabel 2.1.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$A$  : Matriks perbandingan berpasangan

$a_{ij}$  : Elemen matriks  $A$

**Tabel 2.1** Skala Perbandingan Berpasangan

Nilai	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen sama pentingnya
3	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu elemen sangat lebih penting daripada elemen lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Kompromi antara dua nilai	Adanya kompromi penilaian secara numerik karena tidak ada istilah yang benar-benar sesuai untuk menggambarkan keadaan sesungguhnya
Kebalikan	Nilai kebalikan	Untuk satu nilai perbandingan elemen $a$ dengan elemen $b$ , maka elemen $b$ mempunyai nilai yaitu kebalikan dari nilai tersebut apabila dibandingkan dengan elemen $a$ .

AHP memungkinkan pengambilan keputusan berkelompok yang terdiri lebih dari satu ahli atau penentu keputusan. Masing-masing ahli secara terpisah melakukan penilaian pribadi berdasarkan pengalaman, nilai-nilai, dan pengetahuannya. Untuk mencapai mufakat, maka dibutuhkan suatu teknik untuk menyatukan penilaian, yaitu dengan teknik rata-rata geometris (*geometric mean*).

$$a_w = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times a_3 \times a_4 \times a_5 \times \dots \times a_n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$a_w$  : Penilaian gabungan

$a_n$  : Penilaian *experts* atau ahli ke- $n$

$n$  : Jumlah penilaian atau ahli

Kemudian dibentuk lagi matriks perbandingan berpasangan  $A'$  hasil dari penghitungan *geometric mean*.

$$A' = \begin{bmatrix} a_{w11} & \cdots & a_{w1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{wn1} & \cdots & a_{wnn} \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$A'$  : Matriks perbandingan berpasangan hasil dari penghitungan *geometric mean*

$a_{wij}$  : Elemen matriks  $A'$

- b. Menghitung vektor prioritas atau matriks normalisasi

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{a_{w11}}{\sum_{i=1}^n a_{wi1}} & \cdots & \frac{a_{w1n}}{\sum_{i=1}^n a_{win}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{wn1}}{\sum_{i=1}^n a_{wi1}} & \cdots & \frac{a_{wnn}}{\sum_{i=1}^n a_{win}} \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$W$  : Matriks normalisasi

$w_{ij}$  : Elemen matriks  $W$

- c. Menghitung rata-rata baris matriks normalisasi

$$AR = \begin{bmatrix} ar_{11} \\ \vdots \\ ar_{n1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{i=1}^n w_{1i}}{n} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{i=1}^n w_{ni}}{n} \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$AR$  : Rata-rata baris matriks normalisasi

$ar_{ij}$  : Elemen matriks  $AR$

#### 4. Menghitung konsistensi logis

Konsistensi jawaban *experts* (responden) dalam menentukan prioritas elemen merupakan prinsip pokok yang akan menentukan validitas data dan hasil pengambilan keputusan.

Berikut adalah cara menghitung nilai konsistensi rasio:

- a. Menghitung nilai *Consistency Index* (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$CI$  : *Consistency Index*

$\lambda_{max}$  : Nilai Eigen maksimum dari matriks  $A'$

$n$  : Banyaknya elemen atau kriteria yang dibandingkan

Untuk menghitung nilai Eigen maksimum ( $\lambda_{max}$ ) digunakan rumus:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_{i1}}{ar_{i1}}}{n} \quad (2.3)$$

dengan membentuk matriks  $B$  dan  $C$  terlebih dahulu.

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{w11} \cdot ar_{11} & \cdots & a_{w1n} \cdot ar_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{wn1} \cdot ar_{11} & \cdots & a_{wnn} \cdot ar_{n1} \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} \\ \vdots \\ c_{n1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n b_{1i} \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n b_{ni} \end{bmatrix}$$

Keterangan:

$B$  : Matriks perkalian antara elemen matriks perbandingan berpasangan ( $A'$ ) dengan elemen rata-rata baris matriks normalisasi ( $AR$ )

$b_{ij}$  : Elemen matriks  $B$

$C$  : Jumlah tiap baris elemen matriks  $B$

$c_{ij}$  : Elemen matriks  $C$

b. Menghitung nilai *Consistency Ratio (CR)*

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (2.4)$$

Keterangan:

*CI* : *Consistency Index*

*IR* : *Index Random* (Tabel 2.2)

**Tabel 2.2** Nilai *Index Random (IR)*

Ordo Matriks $n \times n$	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>IR</i>	0	0	0.58	0.90	1.12
Ordo Matriks $n \times n$	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<i>IR</i>	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
Ordo Matriks $n \times n$	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<i>IR</i>	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Secara umum, responden harus memiliki konsistensi dalam perbandingan elemen. Namun, konsistensi yang sempurna jarang terjadi dalam praktiknya. Sehingga dalam AHP, penilaian perbandingan berpasangan dianggap cukup konsisten jika rasio konsistensi (*CR*) kurang dari atau sama dengan 10% (0.1) (Saaty, 1980). Jika *CR* lebih dari nilai tersebut, perlu dilakukan perbaikan atau pengulangan.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan inkonsistensi yang serius, yaitu kesalahan dalam memasukkan penilaian kedalam sistem, kurangnya informasi, kurangnya konsentrasi dalam proses penilaian, dunia nyata yang tidak selalu konsisten, atau model struktur hierarki yang kurang sesuai dengan permasalahan. Oleh karena itu diperlukan konsentrasi dan seorang atau lebih ahli yang berkompeten dalam bidangnya, untuk dapat menghasilkan solusi yang konsisten.

## 5. Menghitung bobot akhir prioritas

Bobot akhir ini digunakan untuk menentukan urutan masing-masing kriteria sehingga didapatkan kriteria dengan prioritas paling utama. Bobot akhir kriteria didapatkan dari hasil pertimbangan tingkat kepentingan antar kriteria.

## 2.5 *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)*

### 2.5.1 **Pengertian PROMETHEE**

PROMETHEE adalah metode perankingan untuk suatu himpunan alternatif yang terbatas, untuk kemudian dirankingkan dan dipilih berdasarkan kriteria-kriteria yang memiliki konflik satu sama lain. Metode PROMETHEE berdasarkan pada perbandingan antar masing-masing alternatif yang berhubungan dengan kriteria tertentu. Tabel evaluasi adalah syarat awal untuk menggunakan metode ini. Dalam tabel, alternatif dievaluasi dengan kriteria yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan data numerik. Implementasi PROMETHEE membutuhkan dua informasi tambahan, yaitu:

- a. Informasi kepentingan relatif atau bobot (dalam khusus ini didapatkan dari AHP)
- b. Informasi preferensi pengambil keputusan yang ia gunakan ketika membandingkan alternatif dengan berdasarkan kriteria tertentu

PROMETHEE sangat berguna dalam sekelompok orang yang bekerja dengan persoalan yang kompleks, khususnya yang menyangkut multikriteria, melibatkan banyak penilaian dan persepsi banyak orang, dimana keputusannya memberi dampak untuk waktu yang lama kedepan. Perhitungan dengan Metode PROMETHEE I memberikan *partial ranking* dan jika diperlukan untuk menghitung ranking secara komplut atau lengkap, maka digunakan PROMETHEE II [3].

### 2.5.2 **Tahapan Perhitungan dengan Metode PROMETHEE**

Perhitungan dengan Metode PROMETHEE dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut [8]:

#### **1. Penentuan tipe fungsi preferensi**

Nilai hubungan *outranking* dalam metode ini didasarkan pada dominansi kriteria dan tipe preferensi yang direkomendasikan. Pada dominasi kriteria, ditetapkan  $f$  yang merupakan nilai nyata dari suatu kriteria. Untuk setiap alternatif  $a \in A$ , dimana  $A$  merupakan kumpulan alternatif,  $f(a)$  merupakan



evaluasi dari alternatif tersebut untuk suatu kriteria tertentu. Ketika terdapat dua alternatif yang dibandingkan  $a, b \in A$ , harus dapat ditentukan perbandingan preferensinya. Struktur preferensi yang digunakan sebagai dasar kriteria adalah sebagai berikut:

- a.  $\forall a, b \in A, f(a) > f(b)$  jika dan hanya jika  $aPb$
- b.  $\forall a, b \in A, f(a) = f(b)$  jika dan hanya jika  $aIb$

Keterangan:

$a, b$  : Alternatif

$A$  : Kumpulan alternatif

$f(a)$  : Evaluasi suatu kriteria dari alternatif  $a$

$f(b)$  : Evaluasi suatu kriteria dari alternatif  $b$

$P$  : *Preference*

$I$  : *Indifference*

Fungsi preferensi  $P$  yang memperlihatkan intensitas preferensi alternatif  $a$  terhadap alternatif  $b$  dapat ditentukan sebagai berikut:

- $P(a, b) = 0$  artinya tidak ada preferensi  $a$  lebih baik dari  $b$
- $P(a, b) \sim 0$  artinya preferensi  $a$  lebih baik dari  $b$ , lemah
- $P(a, b) \sim 1$  artinya preferensi  $a$  lebih baik dari  $b$ , kuat
- $P(a, b) = 1$  artinya preferensi  $a$  lebih baik dari  $b$ , mutlak

Fungsi preferensi merupakan fungsi perbedaan dari dua evaluasi yang bisa dituliskan dalam persamaan berikut ini:

$$P(a, b) = H(d) \quad (2.5)$$

Keterangan:

$P(a, b)$  : Fungsi preferensi alternatif  $a$  terhadap alternatif  $b$

$H(d)$  : Fungsi preferensi  $d$

$d$  : Selisih nilai kriteria pada masing-masing alternatif

Terdapat 6 tipe fungsi preferensi dalam PROMETHEE. Kriteria-kriteria yang ada harus ditentukan tipe preferensinya. Penentuan tipe fungsi preferensi didasarkan oleh data kriteria tersebut.

Dalam PROMETHEE disajikan enam bentuk fungsi preferensi kriteria, yaitu:

a. Kriteria Biasa (*Usual Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d = 0 \\ 1 & \text{jika } d \neq 0 \end{cases} \quad (2.6)$$

Pada kriteria ini, tidak ada beda (sama penting) antara  $a$  dan  $b$  jika hanya jika  $f(a)=f(b)$ ; apabila nilai kriteria pada masing-masing alternatif memiliki nilai berbeda, pembuat keputusan membuat preferensi mutlak untuk alternatif yang memiliki nilai yang lebih baik.

b. Kriteria Quasi (*Quasi Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } -q \leq d \leq q \\ 1 & \text{jika } d < -q \text{ atau } d > q \end{cases} \quad (2.7)$$

Pada kriteria ini, dua alternatif memiliki preferensi yang sama penting selama selisih dari masing-masing alternatif untuk kriteria tertentu tidak melebihi nilai  $q$ , dan apabila selisih hasil evaluasi untuk masing-masing alternatif melebihi nilai  $q$ , maka terjadi bentuk nilai preferensi mutlak. Jika pengambil keputusan memutuskan untuk menggunakan kriteria quasi, maka harus ditentukan terlebih dahulu nilai  $q$ . Nilai ini dapat menjelaskan pengaruh yang signifikan dari suatu kriteria menurut pandangan ekonomi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai  $q$  merupakan nilai *threshold indifference* yaitu nilai  $d$  terbesar yang masih memungkinkan terjadinya *indifference* antar alternatif.

c. Kriteria dengan Preferensi Linier

$$H(d) = \begin{cases} \frac{|d|}{p} & \text{jika } -p \leq d \leq p \\ 1 & \text{jika } d < -p \text{ atau } d > p \end{cases} \quad (2.8)$$

Preferensi pengambil keputusan akan meningkat secara linier selama nilai  $d$  masih lebih rendah dibandingkan nilai  $p$ . Apabila  $d$  melebihi  $p$  maka akan dikatakan terjadi preferensi mutlak. Dalam kriteria ini pengambil keputusan harus menetapkan nilai  $p$  (*threshold preferensi*), yaitu nilai  $d$  terendah yang masih mengakibatkan hubungan preferensi antar alternatif.

d. Kriteria Level (*Level Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } |d| \leq p \\ 0,5 & \text{jika } q < |d| \leq p \\ 1 & \text{jika } p < |d| \end{cases} \quad (2.9)$$

Dalam Kriteria Level, nilai  $q$  (*indifference threshold*) dan  $p$  (*preference threshold*) akan ditentukan secara simultan. Apabila  $d$  terletak antara  $q$  dan  $p$  maka diketahui terdapat hubungan preferensi yang lemah ( $H(d)=0.5$ ).

## e. Kriteria dengan Preferensi Linier dan Area yang Tidak Berbeda

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } |d| \leq q \\ \frac{|d|-q}{p-q} & \text{jika } q < |d| \leq p \\ 1 & \text{jika } p < |d| \end{cases} \quad (2.10)$$

Disini preferensi pengambil keputusan meningkat secara linier dari kondisi *indifference* ke preferensi mutlak di area antara  $q$  dan  $p$ .

f. Kriteria Gaussian (*Gaussian Criterion*)

$$H(d) = 1 - \exp\left\{-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (2.11)$$

Kriteria ini jarang digunakan. Kriteria Gaussian biasa dipakai pada data yang bersifat kontinu atau sedang berjalan. Disini hanya diperlukan penentuan nilai  $\sigma$  yang dapat dibuat berdasarkan distribusi normal statistik.

Keterangan:

$\sigma$  : Deviasi standar populasi

**2. Penentuan tipe penilaian yaitu minimum dan maksimum**

Kriteria dengan tipe penilaian minimum akan semakin baik apabila bobot penilaian alternatif pada kriteria tersebut semakin kecil. Misalnya tipe penilaian kriteria biaya adalah minimum, karena semakin kecil biaya yang dikeluarkan maka akan semakin besar prioritas alternatif tersebut. Sementara tipe penilaian maksimum, akan semakin baik jika bobot penilaian alternatif pada kriteria tersebut semakin besar. Misalnya pada kriteria *benefit*,

alternatif akan besar prioritasnya apabila *benefit* dari alternatif tersebut semakin besar.

### 3. Penentuan dominasi penilaian berdasarkan perbandingan berpasangan

$$d_j(a, b) = f(a) - f(b) \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (2.12)$$

Keterangan:

$d_j(a, b)$ : Perbedaan antara evaluasi dari  $a$  dan  $b$  pada setiap kriteria ke  $j$

$f(a)$  : Evaluasi suatu kriteria dari alternatif  $a$

$f(b)$  : Evaluasi suatu kriteria dari alternatif  $b$

### 4. Penentuan nilai derajat preferensi

$$P_j(a, b) = H_j(d_j(a, b)) \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (2.13)$$

dimana  $P(a, b)$  menunjukkan preferensi alternatif  $a$  dengan alternatif  $b$  pada setiap kriteria ke- $j$ . Penghitungan derajat preferensi masing-masing alternatif dilakukan dengan perhitungan berpasangan satu persatu berdasarkan tipe penilaian (Maksimum /Minimum) dan pilihan bentuk fungsi preferensi dari 6 tipe fungsi preferensi yang ada.

Prinsip maksimum dan minimum pada penentuan nilai derajat preferensi adalah sebagai berikut:

- Maksimum
  - a. Jika  $d \geq 0$ , maka nilai  $H(d)$  mengisi tempat  $P(a, b)$ .
  - b. Jika  $d < 0$ , maka nilai  $H(d)$  mengisi tempat  $P(b, a)$ .
- Minimum
  - a. Jika  $d \leq 0$ , maka nilai  $H(d)$  mengisi tempat  $P(a, b)$ .
  - b. Jika  $d > 0$ , maka nilai  $H(d)$  mengisi tempat  $P(b, a)$ .

### 5. Perhitungan indeks preferensi

Indeks preferensi atas seluruh kriteria menunjukkan intensitas dari preferensi  $a$  lebih dari  $b$ .

$$\Pi(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^k w_j P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^k w_j} \quad (2.14)$$

dimana  $w_j$  adalah bobot masing-masing kriteria  $f_j(\cdot)$  yang didapatkan pada perhitungan AHP pada langkah langkah sebelumnya.

## 6. Perhitungan arus perangkingan berdasarkan peringkat parsial (PROMETHEE I)

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in a} \Pi(a, b) \quad (2.15)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in a} \Pi(b, a) \quad (2.16)$$

Keterangan:

$\Phi^+(a)$  : Nilai *leaving flow*

$\Phi^-(a)$  : Nilai *entering flow*

$\Pi(a, b)$  : Menunjukkan preferensi bahwa alternatif  $a$  lebih baik dari alternatif  $b$

$\Pi(b, a)$  : Menunjukkan preferensi bahwa alternatif  $b$  lebih baik dari alternatif  $a$

Urutan parsial didasarkan pada nilai *leaving flow* ( $\Phi^+(a)$ ) dan *entering flow* ( $\Phi^-(a)$ ). Nilai terbesar pada *leaving flow* dan nilai terkecil pada *entering flow* merupakan alternatif yang terbaik.

## 7. Perhitungan arus perangkingan berdasarkan urutan lengkap (PROMETHEE II)

$$Net\ Flow = \Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (2.17)$$

Berdasarkan urutan lengkap, nilai *Net Flow* ( $\Phi(a)$ ) yang terbesar dalam suatu alternatif menjadikan alternatif tersebut sebagai alternatif terbaik.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan metode penelitian yang memuat tahapan-tahapan dalam pengerjaan Tugas Akhir secara rinci sebagai acuan dalam mencapai tujuan yang diinginkan, sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan secara sistematis. Metode penelitian terdiri dari enam tahapan meliputi tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data dengan metode AHP dan PROMETHEE, analisis hasil, penarikan kesimpulan dan saran, serta penyusunan Laporan Tugas Akhir.

#### **3.1 Tahap Pendahuluan**

Tahap ini merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian. Tahap pendahuluan terdiri dari identifikasi masalah, penentuan tujuan penelitian, studi literatur, dan studi lapangan.

##### **3.1.1 Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi di tempat studi kasus. Identifikasi masalah berkenaan dengan analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on grid 1 MW yang dilaksanakan oleh PT PJB UP Cirata dengan menggunakan kombinasi metode AHP dan PROMETHEE.

##### **3.1.2 Penentuan Tujuan Penelitian**

Tahap ini dilakukan agar permasalahan dapat terjawab di akhir penelitian. Tujuan penelitian perlu ditetapkan untuk mempermudah Peneliti dalam merencanakan langkah-langkah yang harus dilakukan selama proses penelitian. Dengan adanya tujuan, diharapkan Peneliti mampu fokus pada permasalahan yang dibahas. Tujuan dari topik Tugas Akhir ini adalah menyajikan hasil analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Photovoltaic (PLTS PV) on grid 1 MW yang dilaksanakan oleh PT PJB UP Cirata.

### **3.1.3 Studi Literatur**

Tahap ini bertujuan untuk mendukung pengerjaan Tugas Akhir dalam pemecahan masalah. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari disiplin ilmu yang berkaitan dengan pelelangan umum dan pemilihan pelaksana proyek yaitu dengan memahami Surat Keputusan Pengadaan Barang/Jasa PT PJB, Rencana Kerja dan Syarat-syarat Pelelangan, dan *Term of Reference* Pengadaan PLTS 1 MW, serta mempelajari kriteria-kriteria yang terdapat dalam aspek teknik dan pengalaman; dan aspek harga.

Dilakukan juga studi literatur mengenai metode yang digunakan dalam penelitian, yakni meliputi Sistem Gugur, Sistem Nilai (*Merit Point System*), *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE). Pembelajaran didapatkan baik dari buku-buku literatur, paper, jurnal, maupun artikel di internet.

### **3.1.4 Studi Lapangan**

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai objek penelitian sehingga mampu menunjang proses pengerjaan. Sesuai topik Tugas Akhir ini, studi lapangan meliputi wawancara dan pencarian data sekunder yang bersumber dari Tim Pengadaan PT PJB terkait Pelelangan Umum Pengadaan Pembangunan PLTS Photovoltaic on Grid 1 MW untuk PT PJB UP Cirata.

## **3.2 Tahap Pengumpulan Data**

Setelah tahap pendahuluan selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berdasarkan permasalahan yang diteliti. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder.

### **a. Data Primer**

Pada bagian ini dilakukan penyebaran dan pengisian kuesioner kepada lima ahli (*experts*) dari Tim Pengadaan PT PJB. Terdapat dua kuesioner untuk diberi penilaian. Kuesioner pertama

berisi penilaian perbandingan antar kriteria. Sedangkan kuesioner kedua berisi penilaian perbandingan kriteria dan alternatif. Dari kuesioner tersebut didapatkan bobot dari masing-masing kriteria. Selain itu, dilakukan juga wawancara dan diskusi dengan pihak terkait mengenai topik permasalahan.

#### **b. Data Sekunder**

Data sekunder yang didapat yaitu berupa Surat Keputusan Pengadaan Barang/Jasa PT PJB, Rencana Kerja dan Syarat-syarat Pelelangan, dan *Term of Reference* Pengadaan PLTS 1 MW yang didapat dari Tim Pengadaan PT PJB Kantor Pusat Surabaya.

### **3.3 Tahap Pengolahan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dengan mengombinasikan Metode AHP dan PROMETHEE.

#### **3.3.1 Penentuan Kriteria dan Alternatif**

Informasi mengenai kriteria dan alternatif didapat dari hasil studi literatur pada data sekunder dan diskusi dengan pihak terkait.

#### **3.3.2 Pembentukan Struktur Hierarki**

Dari informasi yang didapatkan tersebut kemudian dibentuk struktur hierarki. Dengan tujuan (*goal*) pada bagian teratas, yaitu Pelaksana Proyek. Sedangkan pada bagian tengah berisi Kriteria. Dan pada bagian terbawah berisi alternatif berupa *vendor-vendor* sebagai kandidat pelaksana proyek.

#### **3.3.3 Penyusunan dan Penyebaran Kuesioner**

Setelah struktur hierarki dibentuk, kemudian disusun kuesioner untuk diberikan kepada para *experts*. Hasil dari penilaian ini menjadi data untuk kemudian diolah dengan menggunakan Metode AHP dan PROMETHEE.

#### **3.3.4 Pengolahan Data dengan Metode AHP**

Pengolahan data dengan AHP dilakukan pada data yang bersifat kualitatif. Hasil dari kuesioner perbandingan antar kriteria tersebut diinput kedalam tabel dan dibentuk matriks normalisasi yang kemudian diolah menjadi bobot untuk masing-masing kriteria. Kemudian dilakukan uji konsistensi dengan menghitung



*Consistency Ratio* (CR). Data dikatakan sudah konsisten dan dapat diterima bila  $CR \leq 10\%$  atau  $CR \leq 0,10$ . Jika tidak memenuhi, perlu dilakukan pengambilan data ulang hingga mencapai nilai konsistensi tersebut.

### 3.3.5 Pengolahan Data dengan Metode PROMETHEE

Metode PROMETHEE dapat mengolah data yang bersifat kualitatif dan kuantitatif sekaligus. Data yang diperoleh berdasarkan kuesioner penilaian perbandingan antara alternatif pada masing-masing kriteria diolah dengan menghitung dominansi, fungsi preferensi, dan mencari indeks preferensi dengan menggunakan bobot kriteria yang didapat dari perhitungan metode AHP. Dari indeks preferensi yang didapat, kemudian dihitung *leaving flow*, dan *entering flow*, untuk dilakukan *partial ranking* (PROMETHEE I). Apabila belum diperoleh urutan prioritas, maka diperlukan perhitungan *complete ranking* (PROMETHEE II) dengan mempertimbangkan nilai *net flow*. Sehingga diketahui ranking atau peringkat alternatif dan didapatkan pelaksana proyek terbaik pembangunan PLTS PV on Grid 1 MW untuk PT PJB UP Cirata.

### 3.3.6 Implementasi Pengolahan Data

Digunakan *software* Matlab sebagai implementasi pengolahan data dengan Metode AHP dan PROMETHEE.

## 3.4 Tahap Analisis Hasil

Dalam tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data dengan menggunakan kombinasi Metode AHP dan PROMETHEE yang telah dilakukan. Pembahasan hasil pengolahan data harus mengacu pada tinjauan pustaka untuk mencegah terjadinya penyimpangan analisis data.

## 3.5 Tahap Penarikan Simpulan dan Saran

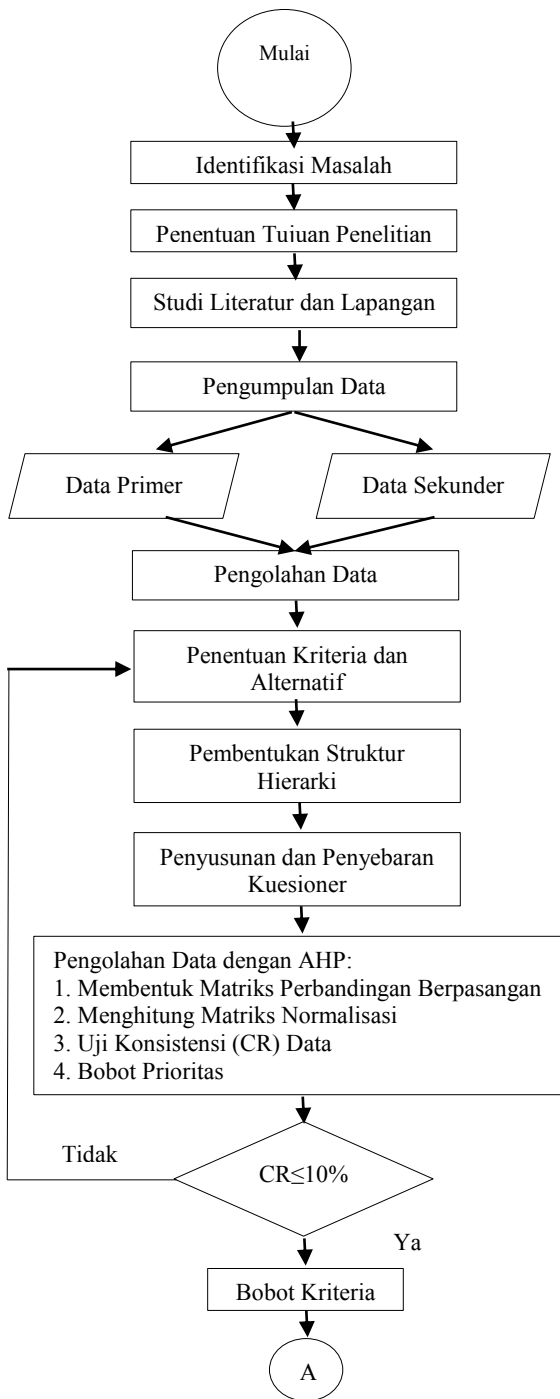
Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis, kemudian didapatkan hasil simpulan dari topik permasalahan. Hasil tersebut merupakan jawaban dari permasalahan dan tujuan penelitian ini mengenai analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan

pelaksana proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on grid 1 MW yang dilaksanakan oleh PT PJB UP Cirata dengan menggunakan kombinasi metode AHP dan PROMETHEE. Selain itu, diberikan pula saran atau masukan untuk objek penelitian serta rekomendasi pada penelitian selanjutnya.

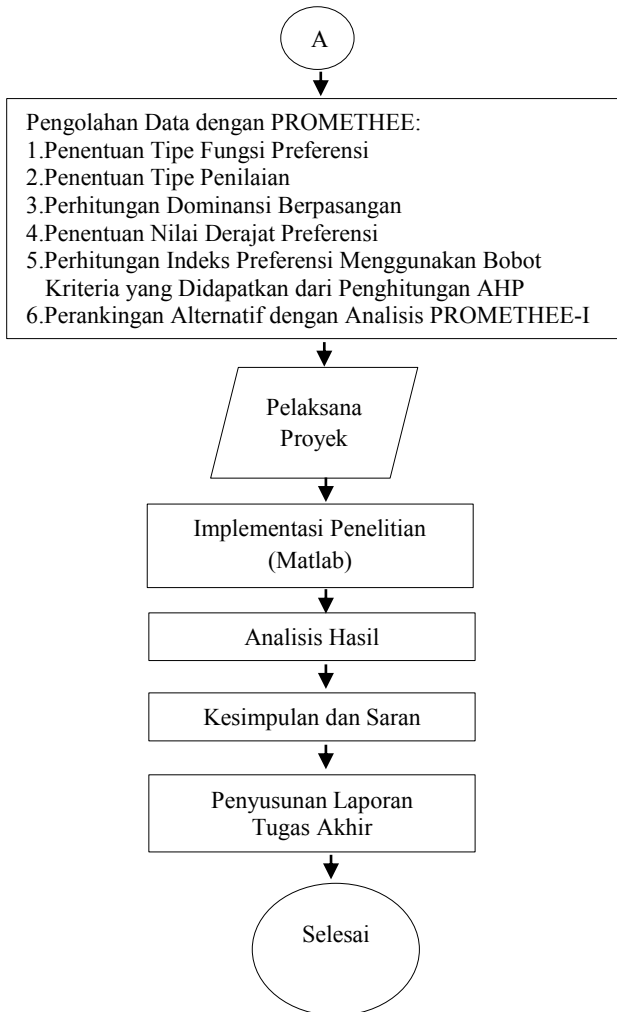
### **3.6 Tahap Penyusunan Laporan Tugas Akhir**

Langkah akhir dari penelitian ini adalah penulisan seluruh hasil kedalam suatu Laporan Tugas Akhir. Hal ini diharapkan dapat memudahkan para pembaca untuk mengetahui dan memahami penelitian ini.

Untuk lebih jelasnya, alur pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada diagram alur metode penelitian pada Gambar 3.1 dan 3.2.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Metode Penelitian



**Gambar 3.2** Diagram Alir Metode Penelitian (Lanjutan)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini dibahas mengenai proses pelaksanaan lelang hingga langkah-langkah perhitungan kombinasi Metode AHP dan PROMETHEE untuk mendapatkan Pelaksana Proyek terbaik.

#### 4.1 Data Penelitian

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tim Pengadaan PT PJB Kantor Pusat Surabaya. Data berupa Rencana Kerja dan Syarat-syarat; *Term of Reference*, dan lampiran-lampiran mengenai Pengadaan Pembangunan PLTS PV on Grid 1 MW untuk PT PJB UP Cirata. Di dalamnya tercantum data kriteria dan alternatif sebagaimana disajikan dalam Tabel 4.1 dan 4.2.

**Tabel 4.1** Data Kriteria

K	Kriteria	Keterangan
K1	<i>Performance Ratio</i> dan Perhitungan Proyeksi Produksi Listrik 1 MW	Meliputi <i>performance ratio</i> dan <i>losses-losses</i> , serta estimasi biaya-biaya operasional, pemeliharaan, dan perhitungan harga produksi listrik, dihitung dengan <i>lifetime</i> selama 25 tahun.
K2	Teknologi Modul Surya	Spesifikasi teknologi modul surya yang digunakan, mengenai kualitas, efisiensi konversi energi, garansi, dan lain sebagainya.
K3	Teknologi <i>Inverter</i>	Spesifikasi teknologi <i>inverter</i> pada modul surya, meliputi kualitas, efisiensi konversi energi, garansi, dan lain sebagainya.
K4	Desain dan Teknologi Elektrikal 1 MW	Desain, <i>drawing</i> , dan spesifikasi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan elektrikal.
K5	Desain dan Teknologi <i>Control/Monitoring</i> 1 MW	Desain, <i>drawing</i> , dan spesifikasi mengenai peralatan-peralatan yang

		digunakan dalam sistem kontrol dan pola operasionalnya.
K6	Desain dan Teknologi <i>Remote Data Center</i>	Desain, spesifikasi <i>software</i> , struktur <i>database</i> , dan hal-hal lain yang berhubungan dengan <i>remote data center</i> .
K7	Metode Pelaksanaan Proyek	Metode atau tata cara pelaksanaan proyek, meliputi penjadwalan, <i>project tasks</i> , struktur organisasi, daftar tenaga ahli, dan lain sebagainya.
K8	Strategi Pengelolaan PLTS	Strategi pengelolaan PLTS, yaitu meliputi strategi pengorganisasian <i>resource</i> (jam kerja, dana), operasional PLTS, pemeliharaan PLTS, estimasi perhitungan biaya, dan lain sebagainya.
K9	Prosedur Disposasi	Mencantumkan penjelasan mengenai servis dan prosedur disposasi untuk komponen utama modul surya pada akhir <i>lifetime</i> pembangkit (25 tahun ke atas).
K10	PV Modules Manufacturing Experiences	Pengalaman peserta lelang dalam bidang <i>manufacturing</i> modul surya.
K11	PLTS EPC ( <i>Engineering Procurement Construction</i> ) Experiences	Pengalaman peserta lelang mengenai jumlah pembangunan PLTS yang pernah dilakukan (dalam satuan MW).
K12	PLTS Operation and Maintenance Experiences	Pengalaman mengenai strategi pengelolaan PLTS yang pernah dilakukan oleh peserta lelang.
K13	PLTS Remote Data Center Implementation Experiences	Pengalaman peserta lelang di bidang implementasi sistem <i>remote data center</i> untuk PLTS.
K14	Harga Penawaran	Harga yang ditawarkan oleh peserta lelang mengenai proyek pembangunan PLTS.

**Tabel 4.2** Data Alternatif

No.	Peserta Lelang
1	PT A
2	PT I
3	PT In
4	PT P
5	PT T

## 4.2 Proses Pelaksanaan Lelang

Proses pelaksanaan lelang dipaparkan dalam penjelasan berikut ini, yaitu meliputi:

### 1. Pengumuman pembukaan lelang

Pengumuman adanya lelang Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on Grid 1 MW untuk PJB UP Cirata diterbitkan secara luas melalui media elektronik yakni pada web PT PJB dan papan pengumuman resmi PT PJB untuk umum. Informasi tersebut ditujukan untuk merekrut banyak peserta lelang dengan penawaran yang bervariasi. Dari perekrutan tersebut didapatkan peserta-peserta dengan kapabilitas yang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan proyek pelelangan tersebut. Sehingga dapat dilihat perbandingan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing peserta lelang.

### 2. Pembelian formulir dan penyerahan dokumen

Para calon peserta lelang diwajibkan untuk membeli formulir pelelangan terkait. Setelah itu, peserta diberi dokumen oleh Tim Pengadaan PT PJB. Dokumen tersebut meliputi Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS), *Term of Reference* (TOR), dan lampiran-lampiran lainnya.

### 3. Kunjungan lapangan (*site visit*)

Para peserta pelelangan diharapkan untuk mengikuti kunjungan lapangan yaitu melihat kondisi terkait proyek secara lebih dekat. Kunjungan lapangan sebaiknya dihadiri oleh pihak yang ahli dan menguasai proyek pelelangan ini.



#### **4. Penjelasan pelelangan (*Aanwijzing*)**

*Aanwijzing* merupakan kegiatan penjelasan mengenai proyek secara terperinci kepada para peserta lelang yang diadakan bersamaan waktu dan tempat dengan *site visit*. Pada saat *Aanwijzing* dimungkinkan adanya perubahan terhadap hal-hal yang telah ditentukan dalam Dokumen Pengadaan termasuk perubahan terhadap spesifikasi teknis dan lingkup pengadaan atau pekerjaan. Perubahan tersebut dibahas langsung pada saat kegiatan *Aanwijzing* dan diketahui oleh seluruh peserta lelang. Pada tahap ini para peserta harus benar-benar mencermati dan teliti mengenai hal-hal yang dibahas. Oleh karena itu, perusahaan yang menjadi peserta perlu mengirimkan pihak-pihak yang menguasai dan ahli dalam bidang yang berkaitan dengan proyek pekerjaan tersebut.

#### **5. Penyampaian dokumen penawaran**

Metode penyampaian dokumen penawaran dalam studi kasus ini adalah Metode Dua Sampul yang diserahkan langsung dalam satu waktu. Metode Dua Sampul maksudnya adalah dokumen penawaran terdiri dari Sampul I dan Sampul II yang dimasukkan ke dalam satu sampul penutup yang tidak tembus baca, ditujukan kepada pelaksana pengadaan. Sampul I berisi kelengkapan administratif sedangkan Sampul II berisi dokumen teknis dan harga penawaran.

#### **6. Pembukaan dokumen penawaran Sampul I**

Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan kelengkapan administratif. Dalam mengevaluasi kelengkapan data administrasi berlaku Sistem Gugur dengan sistem *checklist* (ada atau tidak dan sesuai atau tidaknya dokumen) yang menghasilkan dua kesimpulan. Apabila peserta memenuhi persyaratan data administrasi, maka peserta dinyatakan lulus. Sedangkan bila tidak memenuhi, peserta dinyatakan tidak lulus atau gugur, sehingga tidak dapat mengikuti tahap berikutnya.

#### **7. Pembukaan dokumen penawaran Sampul II**

Setelah dilakukan evaluasi kelengkapan data pada Sampul I, selanjutnya adalah pembukaan dokumen penawaran Sampul II. Pada tahap ini berlaku metode Sistem Nilai (*Merit Point System*),

yaitu dilakukan proses penilaian dan pembobotan pada dokumen teknis dan harga penawaran oleh ahli dari tim pengadaan. Penilaian harus dilakukan secara objektif, transparan, adil, dan wajar, tidak mengarah kepada satu peserta untuk menghindari adanya kepentingan pribadi. Untuk mendukung hal tersebut, maka dibutuhkan suatu analisis pada proses penilaian dalam memilih pelaksana proyek, dengan mengombinasikan Metode AHP dan PROMETHEE. Perhitungan dengan kombinasi metode tersebut diuraikan pada penjelasan berikut.

### **Perhitungan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)**

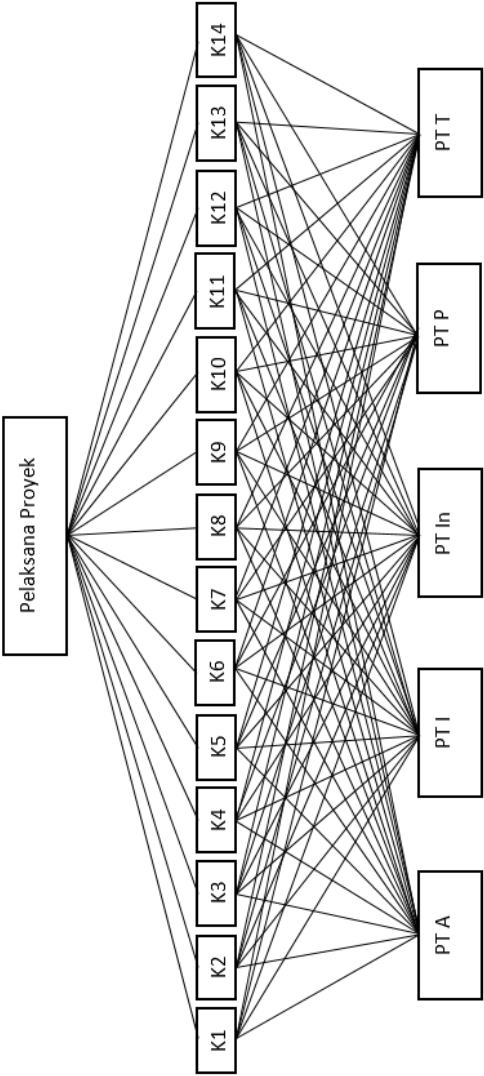
Proses perhitungan Metode AHP dilakukan untuk memperoleh bobot kriteria dan nilai konsistensi yang terdapat pada penelitian. Sehingga, diketahui elemen atau kriteria mana yang memiliki dominansi untuk memengaruhi proyek pembangunan PLTS ini. Adapun langkah-langkah perhitungan dengan Metode AHP yaitu:

#### **1. Mendefinisikan permasalahan dan menentukan tujuan**

Permasalahan yang diulas dalam studi kasus ini adalah analisis proses pelaksanaan lelang pada pemilihan pelaksana proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Photovoltaic (PLTS PV) on grid 1 MW yang dilaksanakan oleh PT PJB UP Cirata. Sehingga dalam penghitungan AHP, yang menjadi tujuan yakni diperolehnya Pelaksana Proyek.

#### **2. Membentuk struktur hierarki**

Setelah permasalahan terdefinisi, kemudian dilakukan dekomposisi permasalahan tersebut kedalam suatu struktur hierarki. Posisi teratas berisi tujuan, yaitu didapatkan Pelaksana Proyek. Posisi tengah berisi 14 kriteria sebagaimana disajikan dalam Tabel 4.1. Dan pada posisi terbawah berisi lima alternatif yaitu para peserta lelang yang merupakan kandidat pelaksana proyek (Tabel 4.2). Struktur hierarki dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Struktur Hierarki Pelaksana Proyek

### 3. Menentukan prioritas

Prioritas ditentukan berdasarkan pandangan dan pendapat para ahli atau *expert* yang berkepentingan terhadap keputusan, melalui kuesioner (terlampir). Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan bobot masing-masing kriteria. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Membentuk matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)

Setelah para ahli melakukan penilaian mengenai perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria melalui kuesioner, hasil dari penilaian tersebut kemudian disusun kedalam bentuk matriks. Matriks hasil penilaian lima ahli dituliskan dengan matriks  $A_n$ , dimana  $n$  adalah ahli atau *expert* ( $n=1,2,...,5$ ). Elemen dari matriks  $A_n$  adalah  $a_{ij}$ , dimana elemen pada baris ke- $i$  kolom ke- $j$  merupakan nilai kebalikan dari baris ke- $j$  kolom ke- $i$ .

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.11 & 0.13 & 1.00 & 0.25 & 0.25 & 2.00 & 0.25 & 2.00 & 1.00 & 0.50 & 0.25 & 0.33 & 0.50 \\ 9.00 & 1.00 & 3.00 & 9.00 & 4.00 & 4.00 & 9.00 & 4.00 & 9.00 & 9.00 & 5.00 & 4.00 & 5.00 & 6.00 \\ 8.00 & 0.33 & 1.00 & 7.00 & 0.33 & 0.33 & 7.00 & 3.00 & 7.00 & 6.00 & 5.00 & 3.00 & 4.00 & 2.00 \\ 1.00 & 0.11 & 0.14 & 1.00 & 0.25 & 0.25 & 2.00 & 0.25 & 2.00 & 1.00 & 0.50 & 0.25 & 0.25 & 0.33 \\ 4.00 & 0.25 & 3.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 \\ 4.00 & 0.25 & 3.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 \\ 0.50 & 0.11 & 0.14 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 0.25 \\ 4.00 & 0.25 & 0.33 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 5.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 \\ 0.50 & 0.11 & 0.14 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 0.25 \\ 1.00 & 0.11 & 0.17 & 1.00 & 0.20 & 0.20 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 0.25 & 0.33 \\ 2.00 & 0.20 & 0.20 & 2.00 & 0.20 & 0.20 & 2.00 & 0.25 & 2.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.25 & 0.50 \\ 4.00 & 0.25 & 0.33 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 5.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 \\ 3.00 & 0.20 & 0.25 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 4.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 \\ 2.00 & 0.17 & 0.50 & 3.00 & 0.50 & 0.50 & 4.00 & 0.50 & 4.00 & 3.00 & 2.00 & 0.50 & 0.50 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1.00 & 4.00 & 5.00 & 7.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 7.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 4.00 & 9.00 & 7.00 \\ 0.25 & 1.00 & 5.00 & 4.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 4.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 4.00 \\ 0.20 & 0.20 & 1.00 & 2.00 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 2.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 0.50 & 3.00 & 2.00 \\ 0.14 & 0.25 & 0.50 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 0.25 & 1.00 & 1.00 \\ 0.11 & 0.20 & 0.33 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 1.00 & 0.50 \\ 0.11 & 0.20 & 0.33 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 0.50 \\ 0.11 & 0.20 & 0.33 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 1.00 \\ 0.14 & 0.25 & 0.50 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 0.25 & 1.00 & 1.00 \\ 0.11 & 0.20 & 0.20 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 0.50 \\ 0.11 & 0.20 & 0.20 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 0.50 \\ 0.25 & 1.00 & 2.00 & 4.00 & 4.00 & 5.00 & 5.00 & 4.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 1.00 & 5.00 & 4.00 \\ 0.11 & 0.20 & 0.33 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 1.00 & 1.00 \\ 0.14 & 0.25 & 0.50 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 0.25 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
A_3 &= \begin{bmatrix} 1.00 & 0.25 & 0.11 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.33 & 0.33 & 0.50 \\ 4.00 & 1.00 & 0.20 & 3.00 & 0.50 & 0.50 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 3.00 & 1.00 & 2.00 & 3.00 \\ 9.00 & 5.00 & 1.00 & 7.00 & 3.00 & 3.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 8.00 & 0.50 & 6.00 & 7.00 \\ 2.00 & 0.33 & 0.14 & 1.00 & 0.25 & 0.25 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 0.25 & 1.00 & 1.00 \\ 5.00 & 2.00 & 0.33 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 4.00 & 0.25 & 5.00 & 4.00 \\ 5.00 & 2.00 & 0.33 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 5.00 & 0.20 & 4.00 & 4.00 \\ 1.00 & 0.25 & 0.11 & 0.50 & 0.20 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 0.33 & 0.50 \\ 1.00 & 0.25 & 0.11 & 0.50 & 0.20 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 0.50 \\ 1.00 & 0.25 & 0.11 & 0.50 & 0.20 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 0.33 & 0.50 \\ 1.00 & 0.25 & 0.11 & 0.50 & 0.20 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 0.33 & 0.50 \\ 1.00 & 0.33 & 0.13 & 1.00 & 0.25 & 0.20 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 0.50 & 1.00 \\ 3.00 & 1.00 & 0.20 & 2.00 & 0.50 & 0.50 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 3.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 \\ 3.00 & 0.50 & 0.17 & 1.00 & 0.20 & 0.25 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 2.00 & 0.20 & 1.00 & 1.00 \\ 2.00 & 0.33 & 0.14 & 1.00 & 0.25 & 0.25 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 1.00 & 0.25 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix} \\
A_4 &= \begin{bmatrix} 1.00 & 0.14 & 0.25 & 0.11 & 0.50 & 0.50 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 1.00 & 0.50 \\ 7.00 & 1.00 & 2.00 & 0.50 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 7.00 & 7.00 & 7.00 & 2.00 & 3.00 & 6.00 & 4.00 \\ 4.00 & 0.50 & 1.00 & 0.20 & 2.00 & 5.00 & 2.00 & 5.00 & 5.00 & 5.00 & 1.00 & 1.00 & 4.00 & 3.00 \\ 9.00 & 2.00 & 5.00 & 1.00 & 7.00 & 7.00 & 7.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 4.00 & 6.00 & 9.00 & 7.00 \\ 2.00 & 0.25 & 0.50 & 0.14 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 0.50 & 1.00 & 4.00 & 1.00 \\ 2.00 & 0.25 & 0.20 & 0.14 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 3.00 & 0.50 & 1.00 & 2.00 & 1.00 \\ 2.00 & 0.25 & 0.50 & 0.14 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 1.00 & 0.14 & 0.20 & 0.11 & 0.50 & 0.50 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 1.00 & 0.50 \\ 1.00 & 0.14 & 0.20 & 0.11 & 0.50 & 0.50 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 1.00 & 0.50 \\ 1.00 & 0.14 & 0.20 & 0.11 & 0.50 & 0.33 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.20 & 0.25 & 1.00 & 0.50 \\ 4.00 & 0.50 & 1.00 & 0.25 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 4.00 & 4.00 & 5.00 & 1.00 & 1.00 & 4.00 & 2.00 \\ 3.00 & 0.33 & 1.00 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 3.00 & 3.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 1.00 \\ 1.00 & 0.17 & 0.25 & 0.11 & 0.25 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.50 & 1.00 & 1.00 \\ 2.00 & 0.25 & 0.33 & 0.14 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 2.00 & 2.00 & 2.00 & 0.50 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix} \\
A_5 &= \begin{bmatrix} 1.00 & 0.20 & 0.13 & 0.13 & 0.20 & 0.20 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.33 & 0.50 & 0.33 & 1.00 \\ 5.00 & 1.00 & 0.33 & 0.33 & 1.00 & 1.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 2.00 & 3.00 & 2.00 & 3.00 \\ 8.00 & 3.00 & 1.00 & 1.00 & 3.00 & 3.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 5.00 & 6.00 & 5.00 & 6.00 \\ 8.00 & 3.00 & 1.00 & 1.00 & 3.00 & 3.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 9.00 & 5.00 & 6.00 & 5.00 & 6.00 \\ 5.00 & 1.00 & 0.33 & 0.33 & 1.00 & 1.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 2.00 & 3.00 & 2.00 & 3.00 \\ 5.00 & 1.00 & 0.33 & 0.33 & 1.00 & 1.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 6.00 & 2.00 & 3.00 & 2.00 & 3.00 \\ 1.00 & 0.17 & 0.11 & 0.11 & 0.17 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 0.25 & 0.33 \\ 1.00 & 0.17 & 0.11 & 0.11 & 0.17 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 0.25 & 0.33 \\ 1.00 & 0.17 & 0.11 & 0.11 & 0.17 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 0.25 & 0.33 \\ 1.00 & 0.17 & 0.11 & 0.11 & 0.17 & 0.17 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 0.25 & 0.33 & 0.25 & 0.33 \\ 3.00 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 0.50 & 0.50 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 2.00 & 0.33 & 0.17 & 0.17 & 0.33 & 0.33 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 3.00 & 0.50 & 0.20 & 0.20 & 0.50 & 0.50 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 4.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 1.00 & 0.33 & 0.17 & 0.17 & 0.33 & 0.33 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 3.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Keterangan:

$A_1$  : Matriks hasil penilaian oleh *Expert 1*

$A_2$  : Matriks hasil penilaian oleh *Expert 2*

$A_3$  : Matriks hasil penilaian oleh *Expert 3*

$A_4$  : Matriks hasil penilaian oleh *Expert 4*

$A_5$  : Matriks hasil penilaian oleh *Expert 5*

AHP memungkinkan pengambilan keputusan berkelompok yang terdiri lebih dari satu ahli atau penentu keputusan. Untuk mencapai mufakat, maka dibutuhkan suatu teknik untuk menyatukan penilaian, yaitu dengan menggunakan teknik rata-rata geometris (*geometric mean*) sesuai dengan Rumus (2.1).

Sebagai contoh:

$$a_{w_{21}} = \sqrt[5]{9 \times 0.25 \times 4 \times 7 \times 5} = \sqrt[5]{315} = 3.16$$

$$a_{w_{34}} = \sqrt[5]{7 \times 2 \times 7 \times 0.20 \times 1} = \sqrt[5]{19.6} = 1.81$$

Sehingga, didapat hasil matriks *Geometric Mean*:

$$A' = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.32 & 0.29 & 0.55 & 0.54 & 0.54 & 1.55 & 1.12 & 1.78 & 1.55 & 0.82 & 0.56 & 0.80 & 0.97 \\ 3.16 & 1.00 & 1.15 & 1.78 & 2.09 & 2.09 & 5.33 & 4.85 & 5.97 & 5.97 & 3.13 & 2.05 & 3.59 & 3.87 \\ 3.41 & 0.87 & 1.00 & 1.81 & 1.78 & 2.14 & 5.09 & 4.75 & 6.77 & 6.56 & 3.98 & 2.14 & 4.28 & 3.47 \\ 1.83 & 0.56 & 0.55 & 1.00 & 1.21 & 1.21 & 3.02 & 2.10 & 3.65 & 3.18 & 1.58 & 1.02 & 1.62 & 1.70 \\ 1.19 & 0.48 & 0.56 & 0.82 & 1.00 & 1.00 & 2.72 & 1.97 & 3.13 & 3.13 & 1.82 & 1.08 & 2.09 & 1.64 \\ 1.19 & 0.48 & 0.47 & 0.82 & 1.00 & 1.00 & 2.83 & 2.05 & 3.25 & 3.52 & 1.90 & 1.04 & 1.74 & 1.64 \\ 0.65 & 0.19 & 0.20 & 0.33 & 0.37 & 0.35 & 1.00 & 0.83 & 1.15 & 1.15 & 0.57 & 0.32 & 0.44 & 0.53 \\ 0.90 & 0.21 & 0.21 & 0.48 & 0.51 & 0.49 & 1.20 & 1.00 & 1.58 & 1.58 & 0.76 & 0.37 & 0.61 & 0.70 \\ 0.56 & 0.17 & 0.15 & 0.27 & 0.32 & 0.31 & 0.87 & 0.63 & 1.00 & 1.00 & 0.50 & 0.26 & 0.44 & 0.40 \\ 0.65 & 0.17 & 0.15 & 0.31 & 0.32 & 0.28 & 0.87 & 0.63 & 1.00 & 1.00 & 0.55 & 0.24 & 0.46 & 0.43 \\ 1.22 & 0.32 & 0.25 & 0.63 & 0.55 & 0.53 & 1.74 & 1.32 & 2.00 & 1.82 & 1.00 & 0.44 & 0.87 & 1.00 \\ 1.78 & 0.49 & 0.47 & 0.98 & 0.92 & 0.96 & 3.13 & 2.70 & 3.90 & 4.13 & 2.27 & 1.00 & 1.58 & 1.74 \\ 1.25 & 0.28 & 0.23 & 0.62 & 0.48 & 0.57 & 2.27 & 1.64 & 2.27 & 2.17 & 1.15 & 0.63 & 1.00 & 1.15 \\ 1.03 & 0.26 & 0.29 & 0.59 & 0.61 & 0.61 & 1.89 & 1.43 & 2.49 & 2.35 & 1.00 & 0.57 & 0.87 & 1.00 \end{bmatrix}$$

b. Menghitung matriks normalisasi

Setelah proses perhitungan *geometric mean*, kemudian dilakukan penghitungan matriks  $W$  yang merupakan matriks normalisasi  $A'$ . Sebagai contoh perhitungan:

$$w_{11} = \frac{1}{21.135} = 0.047$$

$$w_{23} = \frac{1.149}{5.969} = 0.192$$

Sehingga didapatkan matriks normalisasi,

$$W = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.05 & 0.04 & 0.05 \\ 0.15 & 0.17 & 0.19 & 0.16 & 0.18 & 0.17 & 0.16 & 0.18 & 0.15 & 0.15 & 0.15 & 0.17 & 0.18 & 0.19 \\ 0.16 & 0.15 & 0.17 & 0.16 & 0.15 & 0.18 & 0.15 & 0.18 & 0.17 & 0.17 & 0.19 & 0.18 & 0.21 & 0.17 \\ 0.09 & 0.10 & 0.09 & 0.09 & 0.10 & 0.10 & 0.09 & 0.08 & 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.08 & 0.08 \\ 0.09 & 0.08 & 0.09 & 0.07 & 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.07 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.09 & 0.10 & 0.08 \\ 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.07 & 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.08 \\ 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.03 \\ 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.03 & 0.03 & 0.03 \\ 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.02 & 0.02 \\ 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.02 \\ 0.06 & 0.06 & 0.04 & 0.06 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.04 & 0.04 & 0.05 \\ 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.10 & 0.10 & 0.11 & 0.11 & 0.09 & 0.08 & 0.09 \\ 0.06 & 0.05 & 0.04 & 0.06 & 0.04 & 0.05 & 0.07 & 0.06 & 0.06 & 0.06 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.06 \\ 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.06 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.05 & 0.05 & 0.04 & 0.05 \end{bmatrix}$$

c. Menghitung rata-rata baris matriks normalisasi

Langkah berikutnya adalah mencari rata-rata matriks normalisasi, yang direpresentasikan dalam  $[AR]$ .

Berikut diberikan cara menghitung elemen  $[AR]$ :

$$\begin{aligned} ar_{11} &= \frac{0.047 + 0.055 + 0.049 + 0.050 + \dots + 0.048 + 0.039 + 0.048}{14} \\ &= 0.0455 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ar_{31} &= \frac{0.161 + 0.151 + 0.168 + 0.165 + \dots + 0.183 + 0.210 + 0.172}{14} \\ &= 0.1708 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan matriks  $AR$ :

$$AR = \begin{bmatrix} 0.0455 \\ 0.1686 \\ 0.1708 \\ 0.0884 \\ 0.0845 \\ 0.0835 \\ 0.0291 \\ 0.0375 \\ 0.0246 \\ 0.0253 \\ 0.0484 \\ 0.0891 \\ 0.0533 \\ 0.0513 \end{bmatrix}$$

#### 4. Menghitung konsistensi logis

Konsistensi jawaban para pengambil keputusan dalam menentukan prioritas elemen merupakan prinsip pokok yang akan menentukan validitas data dan hasil pengambilan keputusan. Penilaian perbandingan berpasangan dianggap cukup konsisten jika rasio konsistensi ( $CR$ ) kurang dari atau sama dengan 10% (0.1) (Saaty, 1980). Jika  $CR$  lebih dari nilai tersebut, perlu dilakukan perbaikan atau pengulangan.

##### a. Menghitung nilai *Consistency Index* ( $CI$ )

Untuk mendapatkan nilai konsistensi logis, langkah pertama adalah menghitung nilai *Consistency Index* ( $CI$ ) sesuai dengan Persamaan (2.2).

Matriks  $B$  dan  $C$  dibentuk terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai  $\lambda_{max}$ . Elemen dari matriks  $B$  merupakan perkalian antara elemen dari tiap kolom matriks  $A'$  dengan tiap baris matriks  $AR$ .

Sebagai contoh,

$$B_{11} = a_{w11} \cdot ar_{11} = 1 \cdot 0.0455 = 0.046$$

$$B_{45} = a_{w45} \cdot ar_{41} = 1.213 \cdot 0.0884 = 0.103$$

Sehingga didapatkan matriks  $B$ ,

$$B = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.05 & 0.04 & 0.05 \\ 0.14 & 0.17 & 0.20 & 0.16 & 0.18 & 0.17 & 0.16 & 0.18 & 0.15 & 0.15 & 0.15 & 0.18 & 0.19 & 0.20 \\ 0.16 & 0.15 & 0.17 & 0.16 & 0.15 & 0.18 & 0.15 & 0.18 & 0.17 & 0.17 & 0.19 & 0.19 & 0.23 & 0.18 \\ 0.08 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.10 & 0.10 & 0.09 & 0.08 & 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.09 & 0.09 \\ 0.08 & 0.08 & 0.10 & 0.07 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.07 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.10 & 0.11 & 0.08 \\ 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.07 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.08 \\ 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.03 \\ 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.03 & 0.03 & 0.04 \\ 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.02 & 0.02 \\ 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.02 \\ 0.06 & 0.05 & 0.04 & 0.06 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.05 \\ 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.08 & 0.08 & 0.09 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.11 & 0.09 & 0.08 & 0.09 \\ 0.06 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.07 & 0.06 & 0.06 & 0.06 & 0.06 & 0.06 & 0.05 & 0.06 \\ 0.05 & 0.04 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{bmatrix}$$

Sedangkan elemen dari matriks  $C$  merupakan penjumlahan tiap baris elemen matriks  $B$ .

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} c_{11} &= 0.05 + 0.05 + 0.05 + 0.05 + 0.05 + 0.04 + 0.05 + 0.04 \\ &\quad + 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.05 + 0.04 + 0.05 \\ &= 0.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_{21} &= 0.14 + 0.17 + 0.20 + 0.16 + 0.18 + 0.17 + 0.16 + 0.18 \\ &\quad + 0.15 + 0.15 + 0.15 + 0.18 + 0.19 + 0.20 \\ &= 2.38 \end{aligned}$$

Sehingga, matriks  $C$ ,

$$C = \begin{bmatrix} 0.640 \\ 2.377 \\ 2.411 \\ 1.243 \\ 1.192 \\ 1.176 \\ 0.409 \\ 0.527 \\ 0.346 \\ 0.356 \\ 0.679 \\ 1.254 \\ 0.749 \\ 0.721 \end{bmatrix}$$



Setelah itu dihitung nilai Eigen maksimum ( $\lambda_{max}$ ) dengan rumus pada Persamaan (2.3).

$$\lambda_{max} = \frac{196.922}{14} = 14.066$$

Sehingga diperoleh nilai *CI* (*Consistency Index*):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{14.066 - 14}{14 - 1} = 0.005$$

b. Menghitung nilai *Consistency Ratio* (*CR*)

Untuk mendapatkan nilai *CR* (*Consistency Ratio*), digunakan Persamaan (2.4). Sehingga didapat nilai *Consistency Ratio*,

$$CR = \frac{CI}{IR} = \frac{0.005}{1.57} = 0.003$$

Karena nilai  $CR=0.03$ , sehingga  $CR \leq 0.10$ , maka penilaian matriks perbandingan berpasangan tersebut dinyatakan konsisten dan dapat diterima.

## 5. Menghitung bobot akhir prioritas

Bobot akhir ini digunakan untuk menentukan urutan masing-masing kriteria sehingga didapatkan kriteria dengan prioritas paling utama. Bobot akhir kriteria didapatkan dari hasil pertimbangan tingkat kepentingan antar kriteria. Bobot masing-masing kriteria diperoleh dari Matriks AR. Sehingga, melalui perhitungan AHP, bobot kepentingan dari tiap kriteria disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3** Bobot Kepentingan Antar Kriteria

No.	Kriteria	Bobot
1.	<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	0.0455
2.	Teknologi modul surya	0.1686
3.	Teknologi <i>inverter</i>	0.1708
4.	Desain dan teknologi elektrikal 1MW	0.0884
5.	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW	0.0845
6.	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	0.0835
7.	Metode pelaksanaan proyek	0.0291
8.	Strategi pengelolaan PLTS	0.0375
9.	Prosedur disposal	0.0246
10.	<i>PV modules manufacturing experiences</i>	0.0253

11.	PLTS EPC <i>experiences</i>	0.0484
12.	PLTS <i>Operation and Maintenance Experiences</i>	0.0891
13.	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>	0.0533
14.	Harga penawaran	0.0513

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa Teknologi *Inverter* memiliki bobot tertinggi yaitu sebesar 0.1708. Untuk bobot tertinggi kedua dan ketiga ditempati oleh Teknologi Modul Surya dan PLTS *Operation and Maintenance Experiences*. Sedangkan Prosedur Disposasi pada posisi terbawah yaitu sebesar 0.0246.

### **Perhitungan Metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE)**

Untuk mendapatkan alternatif terbaik, dalam studi kasus ini adalah pelaksana proyek terbaik, dilakukan perhitungan dengan metode PROMETHEE. Prinsip perhitungan PROMETHEE adalah menetapkan prioritas alternatif berdasarkan penilaian (*judgement*) dan bobot dari masing-masing kriteria untuk mendapatkan *ranking* atau peringkat. Pada metode sebelumnya, yaitu AHP, telah didapatkan bobot untuk masing-masing kriteria. Bobot tersebutlah yang digunakan dalam perankingan alternatif melalui perhitungan PROMETHEE.

Perhitungan dengan menggunakan Metode PROMETHEE dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut:

#### **1. Menentukan Nilai Kriteria pada Setiap Alternatif**

Skala yang digunakan dalam metode PROMETHEE merupakan skala yang independen atau bebas dengan menyesuaikan permasalahan dan pihak pengambil keputusan. Pada studi kasus ini digunakan skala 1-7 pada tabel berikut.

**Tabel 4.4** Skala Penilaian Kriteria pada Alternatif

Skala	Keterangan
1	Sangat Buruk
2	Buruk
3	Sedikit Lebih Buruk
4	Sedang
5	Sedikit Lebih Bagus
6	Bagus
7	Sangat Bagus

Penilaian perbandingan alternatif terhadap masing-masing kriteria didapat dari hasil kuesioner yang diisi oleh para ahli dari Tim Pengadaan PT PJB Kantor Pusat Surabaya. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Penilaian Alternatif terhadap Kriteria

Kriteria	Alternatif				
	PT A	PT I	PT In	PT P	PT T
K1	6	4	4	4	5
K2	7	5	5	5	7
K3	7	7	6	5	7
K4	4	6	4	6	7
K5	5	5	3	7	7
K6	5	5	4	5	6
K7	6	7	6	7	7
K8	5	5	4	6	7
K9	7	4	7	5	7
K10	6	7	4	7	7
K11	4	4	4	5	7
K12	4	4	4	6	7
K13	4	6	4	6	7

## 2. Menentukan Tipe Fungsi Preferensi Kriteria

Dalam metode PROMETHEE terdapat enam tipe preferensi kriteria, diantaranya kriteria biasa (tipe I), kriteria quasi (tipe II), kriteria dengan preferensi linier (tipe III), kriteria level (tipe IV), kriteria dengan preferendi linier dan area yang tidak berbeda (tipe V), serta kriteria *Gaussian* (tipe VI).

Pada K1 hingga K13, kriteria bersifat kualitatif sehingga tergolong kriteria tipe biasa (tipe I). Sedangkan untuk K14 termasuk dalam kategori kriteria dengan preferensi linier (tipe III) karena data bersifat kuantitatif.

## 3. Penentuan Tipe Penilaian Kriteria

Penentuan tipe tujuan atau *goal* (minimum/maksimum) dari masing-masing kriteria, yaitu sebagai berikut:

1. *Performance ratio* dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1 MW

Semakin bagus *performance ratio* dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1 MW, maka semakin mempertinggi penilaian. (Maksimum)

2. Teknologi modul surya  
Semakin bagus teknologi modul surya yang ditawarkan, semakin tinggi pula nilai yang diberikan. (Maksimum)
3. Teknologi *inverter*  
Semakin bagus teknologi *inverter* yang ditawarkan, semakin mempertinggi penilaian. (Maksimum)
4. Desain dan teknologi elektrikal 1 MW  
Semakin bagus desain dan teknologi elektrikal 1 MW, semakin bagus nilai yang diberikan oleh ahli. (Maksimum)
5. Desain dan teknologi *control/monitoring* 1 MW  
Semakin bagus desain dan teknologi *control/monitoring* 1 MW, maka semakin tinggi pula nilai yang diberikan. (Maksimum)
6. Desain dan teknologi *remote data center*  
Semakin bagus desain dan teknologi *remote data center* yang ditawarkan, akan mempertinggi penilaiannya pula. (Maksimum)
7. Metode pelaksanaan proyek  
Semakin jelas dan bagus metode pelaksanaan proyek yang diberikan, maka semakin tinggi pula nilai yang diberikan oleh *expert*. (Maksimum)
8. Strategi pengelolaan PLTS  
Semakin jelas dan bagus strategi pengelolaan PLTS oleh peserta lelang, semakin mempertinggi penilaian. (Maksimum)
9. Prosedur disposal  
Semakin jelas dan bagus prosedur disposal yang ditawarkan, semakin bagus pula nilai yang diberikan. (Maksimum)
10. *PV modules manufacturing experiences*  
Semakin berpengalaman peserta lelang dalam kriteria ini, semakin mempertinggi penilaian. (Maksimum)

11. PLTS EPC (*Engineering Procurement Construction Experiences*)  
Semakin banyak pengalaman dalam jumlah pembangunan PLTS, semakin tinggi pula penilaian oleh ahli terhadap peserta lelang. (Maksimum)
12. PLTS *Operation and Maintenance Experiences*  
Semakin bagus pengalaman peserta lelang dalam kriteria ini, nilai yang diperoleh pun juga semakin tinggi. (Maksimum)
13. PLTS *remote data center implementation experiences*  
Semakin berpengalaman peserta lelang dalam kriteria ini, maka akan mempertinggi penilaian. (Maksimum)
14. Harga penawaran  
Semakin rendah harga yang ditawarkan oleh peserta lelang, maka akan mempertinggi penilaian. (Minimum)

#### **4. Menentukan Parameter Kriteria**

Harga penawaran tergolong dalam preferensi tipe III, sehingga perlu untuk dicari nilai parameter  $p$ -nya. Langkah pertama untuk mendapatkan parameter tiap kriteria adalah dengan menghitung nilai  $d_j(a, b)$  yang menunjukkan perbedaan antara evaluasi alternatif  $a$  dan  $b$  pada masing-masing kriteria. Selanjutnya mencari nilai rata-rata  $d_j(a, b)$  pada setiap kriteria dan menghitung nilai standar deviasinya.

Penentuan parameter dari masing-masing kriteria diperoleh berdasarkan nilai standar deviasi dari data penilaian yang diperoleh untuk masing-masing kriteria. Nilai  $q$  adalah nilai dari standar deviasi, sementara nilai  $p$  didapatkan dari penjumlahan standar deviasi dengan hasil rata-rata nilai  $|d|$ .

**Tabel 4.6** Harga Penawaran pada Tiap Alternatif

Kriteria	Alternatif				
	PT A	PT I	PT In	PT P	PT T
K14	Rp 27.133.506.041,00	Rp 27.971.852.700,00	Rp 26.956.768.663,00	Rp 27.852,000.000,00	Rp 27.975,628,349,00

Berikut adalah cara mencari nilai parameter ( $p$ ):

**a. Mencari nilai  $|d|$**

**Tabel 4.7** Nilai  $|d|$  pada Kriteria Harga Penawaran

Alternatif	PT A	PT I	PT In	PT P	PT T
PT A		Rp 838.346.659,00	Rp 176.737.378,00	Rp 718.493.959,00	Rp 842.122.308,00
PT I			Rp 1.015.084.037,00	Rp 119.852.700,00	Rp 3.775.649,00

<b>PT In</b>				Rp 895.231.337,00	Rp 1.018.859.686,00
<b>PT P</b>					Rp 123.628.349,00
<b>PT T</b>					

**b. Menghitung rata-rata**

$$\overline{K_{14}} = \frac{(838.346.659) + (176.737.378) + \dots + (123.628.349)}{10} \\ = 575.213.206$$

Sehingga didapatkan hasil rata-rata untuk  $K_{14}$  adalah Rp 575.213.206,00.

**c. Mencari nilai Standar Deviasi**

$S$  (Standar Deviasi) =  $q$

$$= \sqrt{\frac{(838.346.659 - 575.213.206)^2 + \dots + (123.628.349 - 575.213.206)^2}{10}} \\ = 393.742.955$$

Sehingga didapatkan nilai standar deviasi ( $q$ ) adalah sama dengan Rp 393.742.955,00.

**d. Mendapatkan nilai Parameter ( $p$ )**

$$p = \overline{K_{14}} + q = 575.213.206 + 393.742.955 = 968.956.162$$

Jadi, nilai parameternya adalah Rp 968.956.162,00.

Untuk K1 hingga K13 tidak dibutuhkan parameter sebab tergolong dalam kategori kriteria biasa (tipe I). Ringkasan dari tipe penilaian, preferensi, dan parameter untuk masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Tipe Penilaian, Tipe Preferensi dan Parameter Masing-masing Kriteria

Kriteria	Tipe	Minimum/Maksimum	Parameter
<b>K1</b>	1	Maksimum	-
<b>K2</b>	1	Maksimum	-
<b>K3</b>	1	Maksimum	-
<b>K4</b>	1	Maksimum	-
<b>K5</b>	1	Maksimum	-
<b>K6</b>	1	Maksimum	-
<b>K7</b>	1	Maksimum	-
<b>K8</b>	1	Maksimum	-
<b>K9</b>	1	Maksimum	-
<b>K10</b>	1	Maksimum	-
<b>K11</b>	1	Maksimum	-
<b>K12</b>	1	Maksimum	-
<b>K13</b>	1	Maksimum	-
<b>K14</b>	3	Minimum	Rp 968.956.162,00

**5. Menghitung Nilai Preferensi**

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui tingkat preferensi antara alternatif satu dengan alternatif lain pada masing-masing kriteria. Perhitungan nilai preferensi dilakukan secara berpasangan antar dua jenis alternatif menggunakan Persamaan (2.14).



Berikut ini diberikan perhitungan nilai preferensi berpasangan:

1. PT A dan PT I

**Tabel 4.9** Perbandingan PT A dan PT I

Kriteria	Alternatif	
	PT A	PT I
K1	6	4
K2	7	5
K3	7	7
K4	4	6
K5	5	5
K6	5	5
K7	6	7
K8	5	5
K9	7	4
K10	6	7
K11	4	4
K12	4	4
K13	4	6
K14	Rp 27.133.506.041,00	Rp 27.971.852.700,00

**Tabel 4.10** Nilai Preferensi PT A terhadap PT I

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT A, PT I)	P(PT I, PT A)
K1	2	Maksimum	1	0
K2	2	Maksimum	1	0
K3	0	Maksimum	0	0
K4	-2	Maksimum	0	1
K5	0	Maksimum	0	0
K6	0	Maksimum	0	0
K7	-1	Maksimum	0	1
K8	0	Maksimum	0	0
K9	3	Maksimum	1	0
K10	-1	Maksimum	0	1
K11	0	Maksimum	0	0
K12	0	Maksimum	0	0
K13	-2	Maksimum	0	1
K14	-838.346.659	Minimum	0.865205973	0

Dengan menggunakan rumus pada Persamaan (2.17) maka didapatkan indeks preferensi sebagai berikut:

$$\Pi (PT A, PT I)$$

$$= \frac{0.0455(1) + 0.1686(1) + \dots + 0.0513(0.865205973)}{1}$$

$$= 0.2831$$

$$\Pi (PT I, PT A) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.1961$$

2. PT A dan PT In

**Tabel 4.11** Perbandingan PT A dan PT In

Kriteria	Alternatif	
	PT A	PT In
K1	6	4
K2	7	5
K3	7	6
K4	4	4
K5	5	3
K6	5	4
K7	6	6
K8	5	4
K9	7	7
K10	6	4
K11	4	4
K12	4	4
K13	4	4
K14	Rp 27.133.506.041,00	Rp 26.956.768.663,00

**Tabel 4.12** Nilai Preferensi PT A terhadap PT In

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT A, PT In)	P(PT In, PT A)
K1	2	Maksimum	1	0
K2	2	Maksimum	1	0
K3	1	Maksimum	1	0
K4	0	Maksimum	0	0
K5	2	Maksimum	1	0

<b>K6</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K7</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K8</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K9</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K10</b>	2	Maksimum	1	0
<b>K11</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K12</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K13</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K14</b>	176.737.378	Minimum	0	0.182399767

$$\Pi (PT A, PT In) = \frac{0.0455(1) + 0.1686(1) + \dots + 0.0513(0)}{1} = 0.6158$$

$$\Pi (PT In, PT A) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0.2271)}{1} = 0.0094$$

### 3. PT A dan PT P

**Tabel 4.13** Perbandingan PT A dan PT P

Kriteria	Alternatif	
	PT A	PT P
<b>K1</b>	6	4
<b>K2</b>	7	5
<b>K3</b>	7	5
<b>K4</b>	4	6
<b>K5</b>	5	7
<b>K6</b>	5	5
<b>K7</b>	6	7
<b>K8</b>	5	6
<b>K9</b>	7	5
<b>K10</b>	6	7
<b>K11</b>	4	5
<b>K12</b>	4	6
<b>K13</b>	4	6
<b>K14</b>	Rp 27.133.506.041,00	Rp 27.852.000.000,00

**Tabel 4.14** Nilai Preferensi PT A terhadap PT P

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT A, PT P)	P(PT P, PT A)
K1	2	Maksimum	1	0
K2	2	Maksimum	1	0
K3	2	Maksimum	1	0
K4	-2	Maksimum	0	1
K5	-2	Maksimum	0	1
K6	0	Maksimum	0	0
K7	-1	Maksimum	0	1
K8	-1	Maksimum	0	1
K9	2	Maksimum	1	0
K10	-1	Maksimum	0	1
K11	-1	Maksimum	0	1
K12	-2	Maksimum	0	1
K13	-2	Maksimum	0	1
K14	-718.493.959	Minimum	0.741513381	0

$$\Pi (PT A, PT P)$$

$$= \frac{0.0455(1) + 0.1686(1) + \dots + 0.0513(0.741513381)}{1}$$

$$= 0.4476$$

$$\Pi (PT P, PT A) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.4556$$

4. PT A dan PT T

**Tabel 4.15** Perbandingan PT A dan PT T

Kriteria	Alternatif	
	PT A	PT T
K1	6	5
K2	7	7
K3	7	7
K4	4	7
K5	5	7
K6	5	6
K7	6	7
K8	5	7
K9	7	7
K10	6	7
K11	4	7
K12	4	7
K13	4	7

<b>K14</b>	Rp 27.133.506.041,00	Rp 27.975.628.349,00
------------	----------------------	----------------------

**Tabel 4.16** Nilai Preferensi PT A terhadap PT T

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT A, PT T)	P(PT T, PT A)
<b>K1</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K2</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K3</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K4</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K5</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K6</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K7</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K8</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K9</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K10</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K11</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K12</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K13</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K14</b>	-842.122.308	Minimum	0.869102588	0

$$\Pi (PT A, PT T)$$

$$= \frac{0.0455(1) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0.869102588)}{1}$$

$$= 0.0901$$

$$\Pi (PT T, PT A) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.5391$$

5. PT I dan PT In

**Tabel 4.17** Perbandingan PT I dan PT In

Kriteria	Alternatif	
	PT I	PT In
<b>K1</b>	4	4
<b>K2</b>	5	5
<b>K3</b>	7	6
<b>K4</b>	6	4
<b>K5</b>	5	3
<b>K6</b>	5	4

<b>K7</b>	7	6
<b>K8</b>	5	4
<b>K9</b>	4	7
<b>K10</b>	7	4
<b>K11</b>	4	4
<b>K12</b>	4	4
<b>K13</b>	6	4
<b>K14</b>	Rp 27.971.852.700,00	Rp 26.956.768.663,00

**Tabel 4.18** Nilai Preferensi PT I terhadap PT In

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT I, PT In)	P(PT In, PT I)
<b>K1</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K2</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K3</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K4</b>	2	Maksimum	1	0
<b>K5</b>	2	Maksimum	1	0
<b>K6</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K7</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K8</b>	1	Maksimum	1	0
<b>K9</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K10</b>	3	Maksimum	1	0
<b>K11</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K12</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K13</b>	2	Maksimum	1	0
<b>K14</b>	1.015.084.037	Minimum	0	1

$$\Pi (PT I, PT In) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.5725$$

$$\Pi (PT In, PT I) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(1)}{1}$$

$$= 0.0759$$

## 6. PT I dan PT P

**Tabel 4.19** Perbandingan PT I dan PT P

Kriteria	Alternatif	
	PT I	PT P
K1	4	4
K2	5	5
K3	7	5
K4	6	6
K5	5	7
K6	5	5
K7	7	7
K8	5	6
K9	4	5
K10	7	7
K11	4	5
K12	4	6
K13	6	6
K14	Rp27,971.852.700,00	Rp27,852,000,000,00

**Tabel 4.20** Nilai Preferensi PT I terhadap PT P

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT I, PT P)	P(PT P, PT I)
K1	0	Maksimum	0	0
K2	0	Maksimum	0	0
K3	2	Maksimum	1	0
K4	0	Maksimum	0	0
K5	-2	Maksimum	0	1
K6	0	Maksimum	0	0
K7	0	Maksimum	0	0
K8	-1	Maksimum	0	1
K9	-1	Maksimum	0	1
K10	0	Maksimum	0	0
K11	-1	Maksimum	0	1
K12	-2	Maksimum	0	1
K13	0	Maksimum	0	0
K14	119,852,700	Minimum	0	0.123692593

$$\Pi (PT I, PT P) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.1708$$

$$\Pi (PT P, PT I)$$

$$= \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0.123692593)}{1}$$

$$= 0.2905$$

7. PT I dan PT T

**Tabel 4.21** Perbandingan PT I dan PT T

Kriteria	Alternatif	
	PT I	PT T
<b>K1</b>	4	5
<b>K2</b>	5	7
<b>K3</b>	7	7
<b>K4</b>	6	7
<b>K5</b>	5	7
<b>K6</b>	5	6
<b>K7</b>	7	7
<b>K8</b>	5	7
<b>K9</b>	4	7
<b>K10</b>	7	7
<b>K11</b>	4	7
<b>K12</b>	4	7
<b>K13</b>	6	7
<b>K14</b>	Rp 27,971,852,700,00	Rp 27,975,628,349,00

**Tabel 4.22** Nilai Preferensi PT I terhadap PT T

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT I, PT T)	P(PT T, PT I)
<b>K1</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K2</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K3</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K4</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K5</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K6</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K7</b>	0	Maksimum	0	0



<b>K8</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K9</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K10</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K11</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K12</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K13</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K14</b>	-3,775,649	Minimum	0.003896615	0

$\Pi (PT I, PT T)$

$$= \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0.003896615)}{1}$$

$$= 0.0002$$

$$\Pi (PT T, PT I) = \frac{0.0455(1) + 0.1686(1) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.7234$$

8. PT In dan PT P

**Tabel 4.23** Perbandingan PT In dan PT P

Kriteria	Alternatif	
	PT In	PT P
<b>K1</b>	4	4
<b>K2</b>	5	5
<b>K3</b>	6	5
<b>K4</b>	4	6
<b>K5</b>	3	7
<b>K6</b>	4	5
<b>K7</b>	6	7
<b>K8</b>	4	6
<b>K9</b>	7	5
<b>K10</b>	4	7
<b>K11</b>	4	5
<b>K12</b>	4	6
<b>K13</b>	4	6
<b>K14</b>	Rp 26.956.768.663,00	Rp 27.852.000.000,00

**Tabel 4.24** Nilai Preferensi PT In terhadap PT P

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT In, PT P)	P(PT P, PT In)
K1	0	Maksimum	0	0
K2	0	Maksimum	0	0
K3	1	Maksimum	1	0
K4	-2	Maksimum	0	1
K5	-4	Maksimum	0	1
K6	-1	Maksimum	0	1
K7	-1	Maksimum	0	1
K8	-2	Maksimum	0	1
K9	2	Maksimum	1	0
K10	-3	Maksimum	0	1
K11	-1	Maksimum	0	1
K12	-2	Maksimum	0	1
K13	-2	Maksimum	0	1
K14	-895,231,337	Minimum	0.923913147	0

$$\Pi (PT In, PT P)$$

$$= \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0.923913147)}{1}$$

$$= 0.0002$$

$$\Pi (PT P, PT In) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.5391$$

9. PT In dan PT T

**Tabel 4.25** Perbandingan PT In dan PT T

Kriteria	Alternatif	
	PT In	PT T
K1	4	5
K2	5	7
K3	6	7
K4	4	7
K5	3	7
K6	4	6
K7	6	7
K8	4	7
K9	7	7
K10	4	7
K11	4	7
K12	4	7
K13	4	7

<b>K14</b>	Rp 26.956.768,663,00	Rp 27.975.628,349,00
------------	----------------------	----------------------

**Tabel 4.26** Nilai Preferensi PT In terhadap PT T

Kriteria	d	Minimum/ Maksimum	P(PT In, PT T)	P(PT T, PT In)
<b>K1</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K2</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K3</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K4</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K5</b>	-4	Maksimum	0	1
<b>K6</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K7</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K8</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K9</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K10</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K11</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K12</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K13</b>	-3	Maksimum	0	1
<b>K14</b>	-1,018,859,686	Minimum	1	0

$$\Pi (PT In, PT T) = \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(1)}{1}$$

$$= 0.0513$$

$$\Pi (PT T, PT In) = \frac{0.0455(1) + 0.1686(1) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.9241$$

10. PT P dan PT T

**Tabel 4.27** Perbandingan PT P dan PT T

Kriteria	Alternatif	
	PT P	PT T
<b>K1</b>	4	5
<b>K2</b>	5	7
<b>K3</b>	5	7
<b>K4</b>	6	7
<b>K5</b>	7	7
<b>K6</b>	5	6
<b>K7</b>	7	7

<b>K8</b>	6	7
<b>K9</b>	5	7
<b>K10</b>	7	7
<b>K11</b>	5	7
<b>K12</b>	6	7
<b>K13</b>	6	7
<b>K14</b>	Rp 27,852,000,000,00	Rp 27,975,628,349,00

**Tabel 4.28** Nilai Preferensi PT P terhadap PT T

<b>Kriteria</b>	<b>d</b>	<b>Minimum/ Maksimum</b>	<b>P(PT P, PT T)</b>	<b>P(PT T, PT P)</b>
<b>K1</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K2</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K3</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K4</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K5</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K6</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K7</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K8</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K9</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K10</b>	0	Maksimum	0	0
<b>K11</b>	-2	Maksimum	0	1
<b>K12</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K13</b>	-1	Maksimum	0	1
<b>K14</b>	-123,628,349	Minimum	0.127589208	0

$\Pi (PT P, PT T)$

$$= \frac{0.0455(0) + 0.1686(0) + \dots + 0.0513(0.127589208)}{1}$$

$$= 0.0065$$

$$\Pi (PT T, PT P) = \frac{0.0455(1) + 0.1686(1) + \dots + 0.0513(0)}{1}$$

$$= 0.8097$$

Nilai keseluruhan preferensi dari perbandingan alternatif dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.29** Nilai Preferensi Alternatif

Alternatif	PT A	PT I	PT In	PT P	PT T
PT A		0.2831	0.6158	0.4476	0.0901
PT I	0.1961		0.5725	0.1708	0.0002
PT In	0.0094	0.0759		0.2429	0.0513
PT P	0.4556	0.2905	0.5391		0.0065
PT T	0.5391	0.7234	0.9241	0.8097	

## 6. Perankingan Alternatif

Terdapat dua jenis perankingan dalam PROMETHEE, yaitu perankingan parsial (PROMETHEE I) dan perankingan lengkap (PROMETHEE II). Apabila dalam PROMETHEE I belum didapatkan peringkat alternatif, maka perlu untuk dilakukan perhitungan dengan PROMETHEE II.

### a. PROMETHEE I

Perankingan parsial dengan PROMETHEE I didasarkan pada nilai *Leaving flow* ( $\Phi^+$ ) dan *Entering Flow* ( $\Phi^-$ ). Alternatif terbaik dilihat pada nilai *Leaving flow* ( $\Phi^+$ ) terbesar dan *Entering Flow* ( $\Phi^-$ ) terkecil. Nilai *Leaving flow* ( $\Phi^+$ ) dan *Entering Flow* ( $\Phi^-$ ) dapat dilihat melalui perhitungan berikut:

#### 1. PT A

$$\begin{aligned}\Phi^+(PT A) &= \frac{1}{5-1} (0.2831 + 0.6158 + 0.4476 + 0.0901) \\ &= 0.3592\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi^-(PT A) &= \frac{1}{5-1} (0.1961 + 0.0094 + 0.4556 + 0.5391) \\ &= 0.3000\end{aligned}$$

#### 2. PT I

$$\begin{aligned}\Phi^+(PT I) &= \frac{1}{5-1} (0.1961 + 0.5725 + 0.1708 + 0.0002) \\ &= 0.2349\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi^-(PT I) &= \frac{1}{5-1} (0.2831 + 0.0759 + 0.2905 + 0.7234) \\ &= 0.3432\end{aligned}$$

### 3. PT In

$$\Phi^+(PT In) = \frac{1}{5-1} (0.0094 + 0.0759 + 0.2429 + 0.0513) \\ = 0.0949$$

$$\Phi^-(PT In) = \frac{1}{5-1} (0.6158 + 0.5725 + 0.5391 + 0.9241) \\ = 0.6629$$

### 4. PT P

$$\Phi^+(PT P) = \frac{1}{5-1} (0.4556 + 0.2905 + 0.5391 + 0.0065) \\ = 0.3230$$

$$\Phi^-(PT P) = \frac{1}{5-1} (0.4476 + 0.1708 + 0.2429 + 0.8097) \\ = 0.4178$$

### 5. PT T

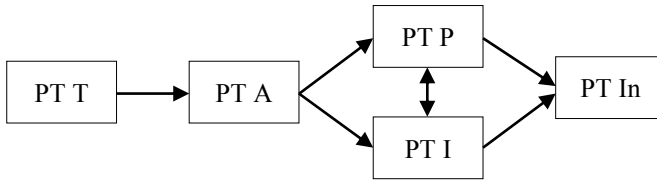
$$\Phi^+(PT T) = \frac{1}{5-1} (0.5391 + 0.7234 + 0.9241 + 0.8097) \\ = 0.7491$$

$$\Phi^-(PT T) = \frac{1}{5-1} (0.0901 + 0.0002 + 0.0513 + 0.0065) \\ = 0.0370$$

Urutan prioritas alternatif dari hasil PROMETHEE I dapat dilihat dalam Tabel 4.30.

**Tabel 4.30** Urutan Prioritas Alternatif Berdasarkan PROMETHEE I

Alternatif	<i>Leaving Flow (<math>\Phi^+</math>)</i>	Peringkat	<i>Entering Flow (<math>\Phi^-</math>)</i>	Peringkat
<b>PT A</b>	0.3592	2	0.3000	2
<b>PT I</b>	0.2349	4	0.3432	3
<b>PT In</b>	0.0949	5	0.6629	5
<b>PT P</b>	0.3230	3	0.4178	4
<b>PT T</b>	0.7491	1	0.0370	1



**Gambar 4.2** Urutan Alternatif Berdasarkan PROMETHEE I

Pada hasil PROMETHEE I yang disajikan dalam Tabel 4.30, masih terdapat unsur *indifference* sehingga perlu dilakukan perhitungan PROMETHEE II.

#### **b. PROMETHEE II**

Alternatif terbaik pada perhitungan PROMETHEE II didasarkan pada nilai *Net Flow* ( $\Phi$ ) tertinggi. Nilai *Net Flow* ( $\Phi$ ) didapatkan dari hasil pengurangan nilai *Leaving flow* ( $\Phi^+$ ) dan *Entering Flow* ( $\Phi^-$ ) sesuai dengan Rumus (2.20).

$$Net\ Flow = \Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

##### **1. PT A**

$$\Phi(PT\ A) = \Phi^+(PT\ A) - \Phi^-(PT\ A) = 0.3592 - 0.300 = 0.0591$$

##### **2. PT I**

$$\Phi(PT\ I) = \Phi^+(PT\ I) - \Phi^-(PT\ I) = 0.2349 - 0.3432 = -0.1084$$

##### **3. PT In**

$$\begin{aligned}\Phi(PT\ In) &= \Phi^+(PT\ In) - \Phi^-(PT\ In) = 0.0949 - 0.6629 \\ &= -0.5680\end{aligned}$$

##### **4. PT P**

$$\Phi(PT\ P) = \Phi^+(PT\ P) - \Phi^-(PT\ P) = 0.3230 - 0.4178 = -0.0948$$

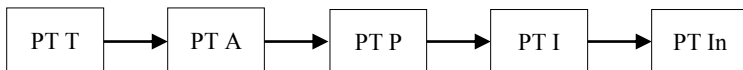
##### **5. PT T**

$$\Phi(PT\ T) = \Phi^+(PT\ T) - \Phi^-(PT\ T) = 0.7491 - 0.0370 = 0.7121$$

Dari perhitungan nilai *Net Flow*, maka didapat urutan prioritas alternatif seperti yang disajikan pada Tabel 4.31.

**Tabel 4.31** Urutan Prioritas Alternatif Berdasarkan PROMETHEE II

Alternatif	$\Phi^+ - \Phi^-$	Peringkat
PT A	0.0591	2
PT I	-0.1084	4
PT In	-0.5680	5
PT P	-0.0948	3
PT T	0.7121	1



**Gambar 4.3** Urutan Alternatif Berdasarkan PROMETHEE II

Melalui perhitungan perankingan secara lengkap pada PROMETHEE II diperoleh kelima peringkat alternatif. Pada peringkat pertama diduduki oleh PT T dengan nilai *net flow* 0.7121. Di posisi kedua ditempati oleh PT A dengan perolehan nilai *net flow* sebesar 0.0591. Sedangkan posisi 3, 4, dan 5 secara berturut-turut adalah PT P, PT I, dan PT In.

### 8. Pengumuman pemenang lelang

Pemenang lelang ditentukan berdasarkan pada hasil penilaian Sampul II. Pemenang sebagai pelaksana proyek ditetapkan oleh Pejabat yang berwenang berdasarkan usulan Pelaksana Pengadaan.

## 4.3 Implementasi Metode AHP dan PROMETHEE dengan Matlab

*Software* Matlab digunakan untuk mengimplementasikan metode tersebut, dengan menjalankan dua proses. Proses pertama yaitu perhitungan AHP dan yang kedua adalah proses perhitungan PROMETHEE.

### a. Proses perhitungan AHP

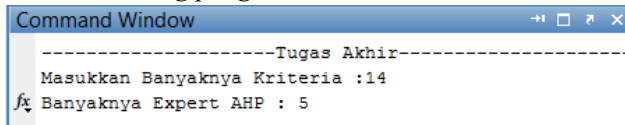
1. Sebagai awalan, diberikan inputan  $n$  sebagai banyaknya kriteria yang digunakan dan  $m$  sebagai banyaknya *expert* yang terlibat dalam pengambilan keputusan.



- Segmen *program*:

```
delete('Perbandingan.xlsx')
clear all
clc
disp('-----Tugas Akhir-----');
n=input('Masukkan Banyaknya Kriteria :');
m=input('Banyaknya Expert AHP : ');
k=uigetfile('*.xlsx');
```

- Hasil *running program*:



**Gambar 4.4** Hasil *Running* Proses Awal AHP

2. Dengan me-load data hasil pengisian kuesioner (perbandingan antar kriteria) terhadap lima ahli yang terdapat pada Excel (Gambar 4.5), didapatkan hasil perhitungan *Geometric Mean* (Gambar 4.6 hingga Gambar 4.8), Matriks Normalisasi (Gambar 4.9 hingga Gambar 4.11), Nilai *Lambda Max*, *Consistency Index* dan *Consistency Ratio* (Gambar 4.12), serta Matriks *AR* sebagai bobot kepentingan dari masing-masing kriteria (Gambar 4.13).

Berikut adalah segmen *program* dan hasil *running program*:

- Segmen *program*:

```
%% AHP
[GML_A, Matriks_Pasangan_A] =
Matriks_Pasangan_GM(n,m,k)
[Jumlah_Kolom_A,
Jumlah_Baris_A,Matriks_Normalisasi,Matriks_Average,...
Matriks_B,
Matriks_C]=Matriks_bobot(Matriks_Pasangan_A,n)
[Matriks_CAR, Lambda_Max, CI, CR] =
AHP_Akhir(n,Matriks_Average,Matriks_C)
Matriks_AR=Matriks_Average'
Total_AR=sum(Matriks_Average)
```

- Hasil *running program*:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1.000	0.111	0.125	1.000	0.250	0.250	2.000	0.250	2.000	1.000	0.500	0.250	0.333	0.500
2	9.000	1.000	3.000	9.000	4.000	4.000	9.000	4.000	9.000	9.000	5.000	4.000	5.000	6.000
3	8.000	0.333	1.000	7.000	0.333	0.333	7.000	3.000	7.000	6.000	5.000	3.000	4.000	2.000
4	1.000	0.111	0.143	1.000	0.250	0.250	2.000	0.250	2.000	1.000	0.500	0.250	0.250	0.333
5	4.000	0.250	3.000	4.000	1.000	1.000	5.000	1.000	5.000	5.000	5.000	1.000	1.000	2.000
6	4.000	0.250	3.000	4.000	1.000	1.000	5.000	1.000	5.000	5.000	5.000	1.000	1.000	2.000
7	0.500	0.111	0.143	0.500	0.200	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	0.500	0.200	0.200	0.250
8	4.000	0.250	0.333	4.000	1.000	1.000	5.000	1.000	5.000	5.000	4.000	1.000	1.000	2.000
9	0.500	0.111	0.143	0.500	0.200	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	0.500	0.200	0.200	0.250
10	1.000	0.111	0.167	1.000	0.200	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	1.000	0.200	0.250	0.333
11	2.000	0.200	0.200	2.000	0.200	0.200	2.000	0.250	2.000	1.000	1.000	0.250	0.250	0.500
12	4.000	0.250	0.333	4.000	1.000	1.000	5.000	1.000	5.000	5.000	4.000	1.000	1.000	2.000
13	3.000	0.200	0.250	4.000	1.000	1.000	5.000	1.000	5.000	4.000	4.000	1.000	1.000	2.000
14	2.000	0.167	0.500	3.000	0.500	0.500	4.000	0.500	4.000	3.000	2.000	0.500	0.500	1.000
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														

**Gambar 4.5** Matriks Perbandingan Berpasangan [A]

Command Window				
Matriks_Pasangan_A =				
Columns 1 through 5				
1.0000	0.3165	0.2933	0.5462	0.5378
3.1598	1.0000	1.1487	1.7826	2.0913
3.4096	0.8706	1.0000	1.8132	1.7826
1.8309	0.5610	0.5515	1.0000	1.2129
1.8593	0.4782	0.5610	0.8245	1.0000
1.8593	0.4782	0.4670	0.8245	1.0000
0.6444	0.1875	0.1966	0.3309	0.3671
0.8941	0.2061	0.2103	0.4770	0.5065
0.5610	0.1676	0.1478	0.2740	0.3196
0.6444	0.1676	0.1524	0.3147	0.3196
1.2167	0.3196	0.2512	0.6310	0.5493
1.7826	0.4884	0.4670	0.9767	0.9221
1.2457	0.2782	0.2335	0.6163	0.4782
1.0271	0.2586	0.2881	0.5899	0.6084

**Gambar 4.6** Hasil Perhitungan *Geometric Mean* Kolom ke-1 hingga ke-5

Command Window				
Columns 6 through 10				
0.5378	1.5518	1.1184	1.7826	1.5518
2.0913	5.3345	4.8516	5.9663	5.9663
2.1411	5.0857	4.7547	6.7656	6.5602
1.2129	3.0219	2.0965	3.6502	3.1777
1.0000	2.7241	1.9744	3.1291	3.1291
1.0000	2.8252	2.0477	3.2453	3.5195
0.3540	1.0000	0.8326	1.1487	1.1487
0.4884	1.2011	1.0000	1.5849	1.5849
0.3081	0.8706	0.6310	1.0000	1.0000
0.2841	0.8706	0.6310	1.0000	1.0000
0.5253	1.7411	1.3195	2.0000	1.8206
0.9642	3.1291	2.7019	3.8981	4.1289
0.5743	2.2679	1.6438	2.2679	2.1689
0.6084	1.8882	1.4310	2.4915	2.3522

**Gambar 4.7** Hasil Perhitungan *Geometric Mean* Kolom ke-6 hingga ke-10

Command Window			
Columns 11 through 14			
0.8219	0.5610	0.8027	0.9736
3.1291	2.0477	3.5944	3.8664
3.9811	2.1411	4.2823	3.4713
1.5849	1.0238	1.6227	1.6952
1.8206	1.0845	2.0913	1.6438
1.9037	1.0371	1.7411	1.6438
0.5743	0.3196	0.4409	0.5296
0.7579	0.3701	0.6084	0.6988
0.5000	0.2565	0.4409	0.4014
0.5493	0.2422	0.4611	0.4251
1.0000	0.4409	0.8706	1.0000
2.2679	1.0000	1.5849	1.7411
1.1487	0.6310	1.0000	1.1487
1.0000	0.5743	0.8706	1.0000

**Gambar 4.8** Hasil Perhitungan *Geometric Mean* Kolom ke-11 hingga ke-14

Command Window				
Matriks_Normalisasi =				
Columns 1 through 5				
0.0473	0.0548	0.0491	0.0496	0.0460
0.1495	0.1731	0.1925	0.1620	0.1788
0.1613	0.1507	0.1675	0.1648	0.1524
0.0866	0.0971	0.0924	0.0909	0.1037
0.0880	0.0828	0.0940	0.0749	0.0855
0.0880	0.0828	0.0783	0.0749	0.0855
0.0305	0.0324	0.0329	0.0301	0.0314
0.0423	0.0357	0.0352	0.0434	0.0433
0.0265	0.0290	0.0248	0.0249	0.0273
0.0305	0.0290	0.0255	0.0286	0.0273
0.0576	0.0553	0.0421	0.0574	0.0470
0.0843	0.0845	0.0783	0.0888	0.0788
0.0589	0.0482	0.0391	0.0560	0.0409
0.0486	0.0448	0.0483	0.0536	0.0520

**Gambar 4.9** Matriks Normalisasi Kolom ke-1 hingga ke-5

Command Window				
Columns 6 through 10				
0.0445	0.0463	0.0414	0.0446	0.0397
0.1730	0.1592	0.1795	0.1494	0.1526
0.1771	0.1518	0.1759	0.1694	0.1677
0.1003	0.0902	0.0776	0.0914	0.0813
0.0827	0.0813	0.0730	0.0784	0.0800
0.0827	0.0843	0.0757	0.0813	0.0900
0.0293	0.0298	0.0308	0.0288	0.0294
0.0404	0.0358	0.0370	0.0397	0.0405
0.0255	0.0260	0.0233	0.0250	0.0256
0.0235	0.0260	0.0233	0.0250	0.0256
0.0434	0.0520	0.0488	0.0501	0.0466
0.0798	0.0934	0.0999	0.0976	0.1056
0.0475	0.0677	0.0608	0.0568	0.0555
0.0503	0.0563	0.0529	0.0624	0.0601

**Gambar 4.10** Matriks Normalisasi Kolom ke-6 hingga ke-10

Command Window			
Columns 11 through 14			
0.0391	0.0478	0.0393	0.0481
0.1487	0.1746	0.1761	0.1910
0.1892	0.1825	0.2098	0.1715
0.0753	0.0873	0.0795	0.0838
0.0865	0.0925	0.1025	0.0812
0.0905	0.0884	0.0853	0.0812
0.0273	0.0272	0.0216	0.0262
0.0360	0.0316	0.0298	0.0345
0.0238	0.0219	0.0216	0.0198
0.0261	0.0206	0.0226	0.0210
0.0475	0.0376	0.0426	0.0494
0.1078	0.0853	0.0776	0.0860
0.0546	0.0538	0.0490	0.0568
0.0475	0.0490	0.0426	0.0494

**Gambar 4.11** Matriks Normalisasi Kolom ke-11 hingga ke-14

```

Command Window

Lambda_Max =

    14.0658

CI =

    0.0051

CR =

    0.0032

```

**Gambar 4.12** Nilai *Lambda Max*, *Consistency Index (CI)*, dan *Consistency Ratio (CR)*

```

Command Window

Matriks_AR =

    0.0455
    0.1686
    0.1708
    0.0884
    0.0845
    0.0835
    0.0291
    0.0375
    0.0246
    0.0253
    0.0484
    0.0891
    0.0533
    0.0513

Total_AR =

    1

```

**Gambar 4.13** Bobot Kepentingan Masing-masing Kriteria

b. Proses perhitungan PROMETHEE

1. Diberikan inputan  $p$  sebagai banyaknya *expert* yang terlibat dalam pengambil keputusan. Hasil *running* dapat dilihat pada gambar berikut.

```

Command Window

Banyaknya Expert PROMETHEE : 5

```

**Gambar 4.14** Hasil *Running* Inputan PROMETHEE

2. Dengan me-load *spreadsheet* Excel yang berisi data nilai perbandingan alternatif terhadap masing-masing kriteria, yang diperoleh dari kuesioner, maka didapatkan Nilai *Leaving Flow* dan *Entering Flow* (Gambar 4.15), serta peringkat alternatif hasil PROMETHEE II (Gambar 4.16).

Berikut adalah segmen *program* dan hasil *running* *program*:

- Segmen *program*:

```

%% Promethee
p=input('Banyaknya Expert PROMETHEE : ');
% kuisioner=xlsread('data_kuisioner.xlsx')
format bank

```

```

Harga=[27133506041 27971852700 26956768663 27852000000
27975628349]
format short
[K14, stan_dev, P]=matriks_awal(Harga)
Expert_Promete(P,Harga);
[Pi1, Pi2, cc, Leaving_Flow, Entering_Flow,
PeringkatPromethee2]=...
    Nilai_Perbandingan(Matriks_AR,n,p)

```

- Hasil *running program*:

```

Leaving_Flow =

    0.3592
    0.2349
    0.0949
    0.3230
    0.7491

Entering_Flow =

    0.3000
    0.3432
    0.6629
    0.4178
    0.0370

```

**Gambar 4.15** Nilai *Leaving Flow* dan *Entering Flow*

```

PeringkatPromethee2 =

    0.0591
   -0.1084
   -0.5680
   -0.0948
    0.7121

```

**Gambar 4.16** Peringkat Alternatif PROMETHEE II

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini diberikan simpulan sebagai hasil dari analisis dan perhitungan yang telah diperoleh. Diberikan saran pula sebagai pertimbangan dalam pengembangan atau penelitian lebih lanjut.

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, dapat diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pembobotan kriteria, didapatkan kriteria dengan tingkat prioritas terbesar adalah Teknologi *Inverter* (0.1708). Teknologi *Inverter* sangat berpengaruh besar terhadap keberhasilan pembangunan proyek. Kriteria kedua yang berpengaruh adalah Teknologi Modul Surya (0.1686). Sedangkan pada posisi terbawah ditempati oleh Prosedur Disposasi (0.0246). Kriteria ini dianggap tidak terlalu penting dibanding kriteria lainnya dalam ketentuan pemilihan.
2. Berdasarkan perhitungan dengan metode PROMETHEE diperoleh hasil rekomendasi alternatif sebagai pelaksana proyek terbaik pembangunan PLTS PV on Grid 1 MW untuk PT PJB UP Cirata adalah PT T. Artinya, pemenuhan kriteria oleh PT T khususnya terhadap Teknologi *Inverter* dan Teknologi Modul Surya tinggi.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan keseluruhan hasil dari Tugas Akhir ini, diberikan saran untuk beberapa pihak sebagai berikut:

1. Melakukan pengembangan kriteria dan alternatif dalam pengambilan keputusan mengenai pemilihan pelaksana proyek sehingga didapatkan hasil keputusan yang lebih komprehensif.
2. Menggunakan metode MCDM lain untuk permasalahan sejenis sehingga hasil yang didapatkan dapat dibandingkan.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **Lampiran A**

### **Form Penilaian**

#### **FORM 1**

##### **Hubungan Tingkat Kepentingan antar Kriteria**

#### **Identitas Responden**

Nama :

Profesi/Posisi :

#### **Petunjuk Pengisian:**

Beri nilai perbandingan yang paling sesuai menurut Anda, berdasarkan kategori serta skala perbandingan yang telah diberikan.

Skala perbandingan berpasangan AHP:

- |         |                             |  |
|---------|-----------------------------|--|
| 1       | : Sama penting              | : Kedua elemen sama pentingnya.  |
| 3       | : Sedikit lebih penting     | : Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya.   |
| 5       | : Lebih penting             | : Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya.  |
| 7       | : Sangat lebih penting      | : Satu elemen sangat lebih penting daripada elemen lainnya.  |
| 9       | : Mutlak lebih penting      | : Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya.  |
| 2,4,6,8 | : Kompromi antara dua nilai | : Adanya kompromi penilaian secara numerik karena tidak ada istilah yang benar-benar sesuai untuk menggambarkan keadaan sesungguhnya |

Tabel Penilaian:

<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1 MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi modul surya
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1 MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1 MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules</i> <i>manufacturing</i> <i>experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi modul surya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1 MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi <i>inverter</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrik 1 MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1 MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan

																		proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi elektrikal 1 MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1 MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan

1 MW																		proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal



	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Metode pelaksanaan proyek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Strategi pengelolaan PLTS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Prosedur disposal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i> <i>center implementation</i> <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PV modules <i>manufacturing</i> <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i> <i>center implementation</i> <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS EPC <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i> <i>center implementation</i> <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS O&M <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i> <i>center implementation</i>

																		<i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS <i>remote data</i> <i>center</i> <i>implementation</i> <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

**Form 2**  
**Nilai Alternatif pada Setiap Kriteria**

**Identitas Responden**

Nama : .....

Profesi/Posisi : .....

**Petunjuk pengisian:**

Beri bobot penilaian alternatif terhadap kriteria dengan skala penilaian sebagai berikut:

1. Sangat Buruk
2. Buruk
3. Sedikit Lebih Buruk
4. Sedang
5. Sedikit Lebih Bagus
6. Bagus
7. Sangat Bagus

Alternatif Kriteria	PT A	PT I	PT In	PT P	PT T
<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1 MW					
Teknologi modul surya					
Teknologi <i>inverter</i>					
Desain dan teknologi elektrikal 1 MW					
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1 MW					
Desain dan teknologi <i>remote</i>					

<i>data center</i>					
Metode pelaksanaan proyek					
Strategi pengelolaan PLTS					
Prosedur disposal					
<i>PV modules manufacturing experiences</i>					
<i>PLTS EPC experiences</i>					
<i>PLTS O&amp;M experiences</i>					
<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>					

**FORM 1**  
**Hubungan Tingkat Kepentingan antar Kriteria**

**Responden 1**

<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi modul surya
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal



	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi modul surya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi inverter
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi control/monitoring 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi remote data center

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi <i>inverter</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi

																		<i>control/monitoring 1MW</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi elektrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>

																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules <i>manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation</i>

																		<i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

Metode pelaksanaan proyek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Strategi pengelolaan PLTS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Prosedur disposal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules <i>manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PV modules <i>manufacturing experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>



																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS EPC experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS O&M experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS remote data center implementation experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

## Responden 2

<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi modul surya
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi modul surya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi inverter
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi control/monitoring 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi remote data center

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi <i>inverter</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi

																		<i>control/monitoring 1MW</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Desain dan teknologi remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Metode pelaksanaan proyek</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Strategi pengelolaan PLTS</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Prosedur disposal</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi elektrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>

																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules <i>manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation</i>

																		<i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran



Metode pelaksanaan proyek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Strategi pengelolaan PLTS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Prosedur disposal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules <i>manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PV modules <i>manufacturing experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>

																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS EPC experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS O&M experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS remote data center implementation experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

### Responden 3

<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi modul surya
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi modul surya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi inverter
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi control/monitoring 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi remote data center

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi <i>inverter</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi

																		<i>control/monitoring 1MW</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi elektrikal 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>



	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>

																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Metode pelaksanaan proyek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
Strategi pengelolaan PLTS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Prosedur disposal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PV <i>modules manufacturing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>

<i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS EPC <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS O&M <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS remote data center implementation <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

### Responden 4

<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi modul surya
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi modul surya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi inverter
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi control/monitoring 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi remote data center

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi <i>inverter</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi



																		<i>control/monitoring 1MW</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Desain dan teknologi remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Metode pelaksanaan proyek</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Strategi pengelolaan PLTS</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Prosedur disposal</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi elektrikal 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>

																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Metode pelaksanaan proyek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
Strategi pengelolaan PLTS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Prosedur disposal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PV <i>modules manufacturing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>

<i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS EPC <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS O&M <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS remote data center implementation <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

### Responden 5

<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi modul surya
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi <i>inverter</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal



	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV modules manufacturing experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi modul surya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknologi inverter
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi control/monitoring 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi remote data center

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Teknologi <i>inverter</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi elektrikal 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi

																		<i>control/monitoring 1MW</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Desain dan teknologi remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Metode pelaksanaan proyek</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Strategi pengelolaan PLTS</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Prosedur disposal</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi elektrikal 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>control/monitoring</i> 1MW	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Desain dan teknologi <i>remote data center</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data</i>

																		<i>center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Metode pelaksanaan proyek
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Metode pelaksanaan proyek	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Strategi pengelolaan PLTS
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS EPC experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS O&amp;M experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PLTS remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prosedur disposal
Strategi pengelolaan PLTS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PV modules manufacturing experiences</i>

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
Prosedur disposal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PV <i>modules manufacturing experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS <i>remote data center implementation experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PV <i>modules manufacturing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS EPC <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>



<i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS EPC <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS O&M <i>experiences</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS O&M <i>experiences</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PLTS remote data center implementation experiences
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran
PLTS remote data center implementation experiences	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Harga penawaran

**Form 2**  
**Nilai Alternatif pada Setiap Kriteria**

**Tabel Penilaian:**

Alternatif Kriteria	PT A	PT I	PT In	PT P	PT T
<i>Performance ratio</i> dan perhitungan proyeksi produksi listrik 1MW	6	4	4	4	5
Teknologi modul surya	7	5	5	5	7
Teknologi <i>inverter</i>	7	7	6	5	7
Desain dan teknologi elektrikal 1MW	4	6	4	6	7
Desain dan teknologi	5	5	3	7	7

<i>control/monitoring</i> 1MW					
Desain dan teknologi <i>remote data center</i>	5	5	4	5	6
Metode pelaksanaan proyek	6	7	6	7	7
Strategi pengelolaan PLTS	5	5	4	6	7
Prosedur disposal	7	4	7	5	7
<i>PV modules manufacturing experiences</i>	6	7	4	7	7
PLTS EPC <i>experiences</i>	4	4	4	5	7
PLTS O&M <i>experiences</i>	4	4	4	6	7

PLTS <i>remote data</i> <i>center</i> <i>implementation</i> <i>experiences</i>	4	6	4	6	7
---	---	---	---	---	---

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### ***Listing Program***

```
delete('Perbandingan.xlsx')
clear all
clc
disp('-----Tugas Akhir-----
-----');
n=input('Masukkan Banyaknya Kriteria :');
m=input('Banyaknya Expert AHP : ');
k=uigetfile('*.xlsx');
%% AHP
[GML_A, Matriks_Pasangan_A] =
Matriks_Pasangan_GM(n,m,k)
[Jumlah_Kolom_A,
Jumlah_Baris_A,Matriks_Normalisasi,Matriks_Average,...
Matriks_B,
Matriks_C]=Matriks_bobot(Matriks_Pasangan_A,n)
[Matriks_CAR, Lambda_Max, CI, CR] =
AHP_Akhir(n,Matriks_Average,Matriks_C)
Matriks_AR=Matriks_Average'
Total_AR=sum(Matriks_Average)
%% Promethee
p=input('Banyaknya Expert PROMETHEE : ');
% kuisoner=xlsread('data_kuisoner.xlsx')
format bank
Harga=[27133506041 27971852700 26956768663 27852000000
27975628349]
format short
[Kl4, stan_dev, P]=matriks_awal(Harga)
Expert_Promete(P,Harga);
[Pi1, Pi2, cc, Leaving_Flow, Entering_Flow,
PeringkatPromethee2]=...
Nilai_Perbandingan(Matriks_AR,n,p)
```

---

```
function [ GML_A, Matriks_Pasangan_A ] =
Matriks_Pasangan_GM(n,p,k)
GML_A=ones(n);
for j=1:p
A = xlsread(k,['Expert_', num2str(j)]);
for i=1:n
for b=1:n
GML_A(i,b)= GML_A(i,b).*A(i,b);
```

```

        end
    end
end
for i=1:n
    for j=1:n
        Matriks_Pasangan_A(i,j) = GML_A(i,j).^(1/p);
    end
end



---


function [Jumlah_Kolom_A, Jumlah_Baris_A,
Matriks_Normalisasi,...
    Matriks_Average, Matriks_B,Matriks_C,
Matriks_CAR]=Matriks_bobot(Matriks_Pasangan_A,n)
Jumlah_Kolom_A(1:n,1) = 0;
Jumlah_Baris_A(1:n,1) = 0;
for i=1:n
    for j=1:n
        Jumlah_Kolom_A(j) = Jumlah_Kolom_A(j) +...
            Matriks_Pasangan_A(i,j);
    end
end

%% Normalisasi
for i=1:n
    for j=1:n

Matriks_Normalisasi(i,j)=Matriks_Pasangan_A(i,j)./Jumlah_Kolom_A(j);
    end
end

%% Matriks Average
for i=1:n
    for j=1:n
        Jumlah_Baris_A(i) = Jumlah_Baris_A(i) +...
            Matriks_Normalisasi(i,j);
    end
end
for i=1:n
    Matriks_Average(i)=Jumlah_Baris_A(i)./n;
end

%% Matriks B
for i=1:n

```

```

        for j=1:n
Matriks_B(i,j)=Matriks_Pasangan_A(i,j)*Matriks_Average
(j);
        end
    end

%% matriks C
for i=1:n
    Matriks_C(i)=sum(Matriks_B(i,1:n));
end

```

---

```

function [Matriks_CAR, Lambda_Max, CI, CR] =
AHP_Akhir(n,Matriks_Average,Matriks_C)
%% Matriks C/AR

for i=1:n
    Matriks_CAR(i)=Matriks_C(i)./Matriks_Average(i);
end

%% Lambda Max, CI, CR
Lambda_Max=mean(Matriks_CAR);
CI=(Lambda_Max-n)/13;
CR=CI/1.57;

```

---

```

function []=Expert_Promethee(P,data_promethee)
format long
v=1;
h=2;
for s=1:4
    if s==2
        h=3;
    elseif s==3
        h=4;
    elseif s==4
        h=5;
    end
g=uigetfile('*.xlsx');
data=xlsread(g);
    for j=1:length(data(1,:))-1
        for i=1:length(data(:,1))
            d(i)=data(i,1)-data(i,j+1);
            if data(i,1)>data(i,j+1)

```



```

        A(i)=1;
        B(i)=0;
        if i==14
            d(i)=data_promethee(s)-
data_promethee(h);
            if d(i)<P && d(i)>=-P
                A(i)=abs(d(i)/P);
                B(i)=0;
            elseif d(i)<-P && d(i)>P
                A(i)=1;
                B(i)=0;
            end
        end
    elseif data(i,1)<data(i,j+1)
        A(i)=0;
        B(i)=1;
        if i==14
            d(i)=data_promethee(s)-
data_promethee(h);
            if d(i)<P && d(i)>=-P
                A(i)=0;
                B(i)=abs(d(i)/P);
            elseif d(i)<-P && d(i)>P
                A(i)=0;
                B(i)=1;
            end
        end
    elseif data(i,1)==data(i,j+1)
        A(i)=0;
        B(i)=0;
        if i==14
            d(i)=data_promethee(s)-
data_promethee(h);
            if d(i)<0
                if d(i)<P && d(i)>=-P
                    A(i)=abs(d(i)/P);
                    B(i)=0;
                elseif d(i)<-P && d(i)>P
                    A(i)=1;
                    B(i)=0;
                end
            elseif d(i)>0
                if d(i)<P && d(i)>=-P
                    A(i)=0;

```

```

        B(i)=abs(d(i)/P);
elseif d(i)<-P && d(i)>P
    A(i)=0;
    B(i)=1;
end
end
end
end
end
cc=[d' A' B'];
xlswrite('Perbandingan.xlsx', cc, ['ke_',
num2str(v)]);
v=v+1;
h=h+1;
end
end
end

```

---

```

function [K14, stan_dev,
P]=matriks_awal(data_promethee)
format bank
g=length(data_promethee);
aa=zeros(g);
a=2;
format bank
for i=1:g
    for j=a:g
        aa(i,j)=abs(data_promethee(i)-
data_promethee(j));
    end
    a=a+1;
end
bb=sum(aa);
K14=sum(bb)/10;
a=1;
b=2;
k=1;
for i=a:g
    for j=b:g
        zz(k)=abs(aa(i,j)-K14);
        kuadrat(k)=zz(k).^2;
        k=k+1;
    end
end

```

```

        a=a+1;
        b=b+1;
end
Total=sum(kuadrat);
Rata2=mean(kuadrat);
stan_dev=sqrt(Rata2);
P=K14+stan_dev;

```

---

```

function [Pi1, Pi2, cc, Leaving_Flow, Entering_Flow,
PeringkatPromethee2]=...
    Nilai_Perbandingan(Matriks_AR,n,p)
format short
AR=Matriks_AR;
cc=zeros(p);
for i=1:10
    A=xlsread('Perbandingan.xlsx',['ke_',
num2str(i)]);
    for j=1:n
        ss(j)=A(j,2)*AR(j);
        gg(j)=A(j,3)*AR(j);
    end
    Pi1(i,1)=sum(ss);
    Pi2(i,1)=sum(gg);
end
a=2;
k=1;
for i=1:p
    for j=a:p
        cc(i,j)=Pi1(k);
        cc(j,i)=Pi2(k);
        k=k+1;
    end
    a=a+1;
end
%% Peringkat
Leaving_Flow=sum(cc,2)/(p-1);
Entering_Flow=sum(cc)/(p-1);
Entering_Flow=Entering_Flow';
for i=1:p
    PeringkatPromethee2(i)=Leaving_Flow(i)-
    Entering_Flow(i);
end
PeringkatPromethee2=PeringkatPromethee2';

```

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purnomo, Susanto. (2012). **Surat Keputusan Kewenangan Pengadaan PT PJB Batang Tubuh bab III.**
- [2] BAPPENAS. (2010). “Penjelasan atas Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah”.  
[http://www.bappenas.go.id/files/8913/5441/6576/penjelasan-perpres-nomor-54-tahun-2010-20101221164607\\_2788\\_1.pdf](http://www.bappenas.go.id/files/8913/5441/6576/penjelasan-perpres-nomor-54-tahun-2010-20101221164607_2788_1.pdf) . Diakses pada 27 Februari 2015.
- [3] Gavade, Rohan K. (2014). “Multi-Criteria Decision Making: an Overview of Different Selection Problems and Methods”. *International Journal of Computer Science and Information Technologies Vol 5(4), 5643-5646.*
- [4] Tim Pengadaan. (2014). “Metode Penilaian”. **Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) Pengadaan Pembangunan PLTS Photovoltaic in Grid 1 MW untuk PT PJB Unit Pembangkitan Cirata.**
- [5] Balali, Vahid, Zahraie, B., dan Roozbahani, Abbas. (2014). “a Comparison of AHP and PROMETHEE Family Decision Making Methods for Selection of Bulding Structural System”. *American Journal of Civil Engineering and Architecture Vol , No 5, 149-159.*
- [6] Pushparani, S., Senthamilkumar, S. (2014). “Selection of Contractor Using Multi-Criteria Decision Making Tools”. *Indian Journal of Applied Research Vol 4(4), 2249-555X.*
- [7] Palcic, I., Lalic, B. (2008). “Anaytical Hierarchy Process as a Tool for Selecting and Evaluating Projects”. *Scientific Paper of Mechanical Engineering ISSN 1726-4529.*
- [8] Nadhiyah, Immamatus. (2015). “Metode Pengambilan Keputusan pada Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah Berbasis *Analytic Network Process* (ANP) dan PROMETHEE

(Studi Kasus: TPA Kupang Sidoarjo)”. **Surabaya: Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.**

## BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Relita Ega Aulia, lahir di Surabaya pada 9 Maret 1993 dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis yang merupakan alumnus SMPN 22 dan SMAN 15 Surabaya, mengambil studi pendidikan S1 Jurusan Matematika ITS melalui jalur SNMPTN tulis pada tahun 2011. Di jurusan ini, penulis mengambil bidang minat Matematika Terapan. Penulis lebih menyukai dan memilih untuk ikut dalam berbagai aktivitas

luar kampus. Yaitu bergabung dengan komunitas Transmania dan menjadi *off-air* crew pada setiap acara Trans TV di Surabaya, menjadi Pengajar Keren dari *Save Street Child* Surabaya, kepanitiaan *Surabaya Youth Carnival*, dan lain sebagainya. Penulis pernah menjadi semifinalis Duta Anti Narkoba Surabaya GRANAT di tahun 2012. Saat ini penulis adalah *Managing Director* dari sebuah Lembaga Les Privat INTIMATH yang didirikannya sejak tahun 2014. Informasi mengenai Tugas Akhir ini dapat disampaikan ke alamat email [relitaega@gmail.com](mailto:relitaega@gmail.com).